

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Die Pyelotomie
in vasaler Sicht

vorgelegt von
Walter Torbahn
aus Lübz

- 1960 -

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Die Pyelotomie
in v a s a l e r S i c h t

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich - Alexander - Universität
zu
Erlangen

vorgelegt von
W a l t e r T o r b a h n
aus Lütz



Dekan: Prof. Dr. E. Schreck

Referent: Priv.-Doz. Dr. A. Sigel

Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündl. Prüfung: 18. 11. 1960

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Einleitung</u>	1
<u>Methode</u>	2
<u>Nierengefäßanatomische Bemerkungen</u>	5
<u>A Das arterielle Gefäßsystem</u>	5
1. Die A. renalis, ihre Aufteilung und ihr Verlauf	5
2. Die ventrale Gefäßverteilung	10
a) Dreiteilung	10
b) Zweiteilung	11
c) Sprossenförmige Aufzweigung	12
d) Oberer Pol	12
e) Unterer Pol	14
3. Die dorsale Gefäßverteilung	16
4. "Zusätzliche" Nierengefäße	18
<u>B Das venöse Gefäßsystem</u>	21
<u>C Die Lagebeziehungen von Arterien, Venen und Nierenbecken am Hilus</u>	24
<u>Chirurgische Folgerungen</u>	28
1. Der operative Zugang zur Niere	28
2. Die Nephrotomie	29
3. Die partielle Nephrektomie	30
4. Die Pyelotomie	31
a) Die Pyelotomia anterior	31
b) Die Pyelotomia inferior	31
c) Die Pyelotomia posterior	32
d) Die Pyélotomie élargie	33
<u>Zusammenfassung</u>	35
<u>Abbildungen</u>	38
<u>Literaturverzeichnis</u>	58
<u>Lebenslauf</u>	66

7542/61

Digitized by the Internet Archive
in 2026

E i n l e i t u n g

Die Pyelotomie gehört heute zu den urologischen Standardoperationen. Sie ist indiziert beim normalen, nicht abgangsfähigen Nierenbeckenstein. Außerdem kommt sie zuweilen bei Anlegen einer Nierenfistel zur Anwendung.

Nicht immer galt die Pyelotomie als operative Methode der Wahl bei der Nephrolithiasis. Hat man doch am Ausgang des vorigen und am Anfang dieses Jahrhunderts mit Ernst die Nephrotomie empfohlen, um einen Nierenbeckenstein zu entfernen. Dabei stützte man sich auf die bedeutsame Entdeckung HYRTLs (43/44) von der natürlichen Teilbarkeit der Niere (1870). Obwohl CZERNY bereits 1880 erstmals mit Erfolg die Eröffnung des Nierenbeckens vorgenommen hatte (51) und BARDENHEUER, LUCAS, ISRAEL, v.BERGMANN (52) sich um die Pyelotomie bemühten, wurde diese doch von der Nephrotomie verdrängt.

ZONDEKS (88) und BRÜDELS (14) Untersuchungen über das arterielle Gefäßsystem der Niere und ihre Feststellung der besten Schnittrichtung nahmen manchen Chirurgen die Scheu, die Niere wie zwei Muschelschalen auseinanderzuklappen und den Stein solcherart aus dem Nierenbecken zu entfernen. Mit welcher Kühnheit man das tat, zeigt ein zeitgenössisches Zitat: "Unter Zusammendrücken des Stiels ... schneidet man dreist in die Niere ein, wenn eben möglich vom convexen Rande her, bis das Messer auf den Stein stößt." (KÜSTER (51), S.452).

Diese heroische Methode der Nierenspaltung hat jedoch eigentlich nur noch ein historisches Interesse und sollte lediglich Steinen in der Nierensubstanz oder in den Kelchen (Korallensteinen) vorbehalten bleiben.

Heute hat sich zur Entfernung von Nierensteinen - trotz der in letzter Zeit von manchen Autoren (ABESHOUSE (1,2), GRAVES (31)) empfohlenen "partiellen Nephrektomie" - die

Pyelotomie als die zweifellos schonendste Operation allgemein durchgesetzt - wenigstens bei extrarenalen Becken.

Über die Art der Pyelotomie bzw. über den günstigsten Ort der Incision ins Nierenbecken bestehen jedoch bis heute unterschiedliche Meinungen. Das Ziel ist für alle das gleiche: Entfernung des Nierenbeckensteins, ohne den Gefäßen und damit der Nierenversorgung zu schaden. Somit verdienen die Gefäße eine besondere Beachtung.

Deshalb hat die vorliegende Arbeit sich die Aufgabe gestellt, die Beziehungen zwischen dem Nierenbecken und den größeren Nierengefäßen aufzuzeigen, soweit sie für eine organerhaltende operative Entfernung der Nierensteine von Bedeutung sind.

M e t h o d e

Als Untersuchungsmaterial standen uns 130 post-mortem-Nieren zur Verfügung. Von diesen wurde
in 124 Fällen der arterielle Gefäßbaum
davon in 76 Fällen zugleich das Nierenbeckenkelchsystem
und in 10 Fällen zugleich das Venensystem,
in 6 Fällen nur das Venensystem dargestellt.

Zur Herstellung dieser Präparate bedienten wir uns des Korrosionsverfahrens, einer einfachen, seit Jahrzehnten bekannten und vielgeübten Methode zur Darstellung von Gefäßen und anderen gefäßähnlichen Hohlräumen. Dieses wurde vor einigen Jahren "durch das von SCHUMMER in die Technik eingeführte Plastoid ganz wesentlich verbessert. Durch dieses neue Mittel dürften alle älteren Verfahren überholt sein. Ein besonderer Vorteil des Plastoids liegt in seiner hohen Geschmeidigkeit und Gleitfähigkeit, dank welcher sich die feinsten Hohlräume füllen lassen, in seiner geringen Schrumpfung und seiner Resistenz im erhärteten Zustand" (ROMEIS (73)). SCHUMMER hat dieses 1935 beschriebene Verfahren 1951 noch vereinfacht (74).

Das "Plastoid" (Chemische Fabrik Röhm und Haas, Darmstadt) ist eine sehr visköse Masse, die man sich selber herstellt, indem man 5 Gewichtsteile der vorher mit der gewünschten Farbe (blau, gelb, rot - oder farblos) versetzten Plastoidflüssigkeit mit 3 Gewichtsteilen Plastoidpulver vermischt. Nach ca. 24-stdg. Stehen ist diese Substanz injektionsfähig. Wegen ihrer sehr zähflüssigen Beschaffenheit kann man sie nicht aspirieren, sondern muß sie von hinten her in die Spritze einfüllen (dabei haben sich 20 ccm Glasspritzen als zweckmäßig erwiesen). Wünscht man ein mehrfarbiges Präparat, füllt man soviel Spritzen, wie man Farben hat.

Die Nieren werden von der Capsula adiposa befreit. Die fibröse Kapsel wird möglichst erhalten, damit das Organ während der Injektionsmanipulationen stärker geschont wird. Dann werden die größeren Gefäßäste aufgesucht und vom umgebenden Fett- und Bindegewebe befreit. Dabei muß sorgsam auf eventuell vorzeitig aus der Aorta oder dem Stamm der Arteria renalis abzweigende Gefäßäste geachtet werden. Sodann bindet man, je nach Gefäßdicke, eine Knopfkanüle entsprechenden Kalibers in die Nierenarterie ein, setzt die mit Plastoid gefüllte Glasspritze auf und injiziert langsam unter stärkerem Kraftaufwand die visköse Masse in die Arterie. In gleicher Weise verfährt man mit Ureter und Vene, sofern man diese darzustellen beabsichtigt. Durch verschiedene Farbgebung kann man die einzelnen Gefäß- bzw. Hohlraumssysteme deutlich voneinander unterschieden darstellen.

Um Aufschluß über die segmentäre Aufgliederung (Graves) der A. renalis zu erhalten, kann man die Knopfkanüle weiter hiluswärts in die abzweigenden Gefäße verschieben, so weit, daß sie noch nicht vom Parenchym umgeben und also ligierbar sind. Dann injiziert man etwas Plastoid, löst die Ligatur, zieht die Kanüle vor und bindet das Gefäß sofort wieder ab. Mit dem benachbarten Gefäßast verfährt man ebenso, jedoch wählt man eine anders gefärbte Masse. Auf diese Weise bekommt man mehrere verschiedenfarbige Gefäßbereiche.

Um Lagebeziehungen zwischen dem ableitenden Harnsystem und den arteriellen Gefäßen darzustellen, kann man auch das Nierenbeckenkelchsystem vom Ureter aus mit Plastoid auffüllen.

Nachdem das Organ wunschgemäß injiziert ist, wird es in eine 3 %ige Formalinlösung gelegt und in einen Brutschrank gestellt, der für einige Stunden auf 35 °, danach für ca. 2 Tage auf 45 ° C erwärmt wird. Im Anschluß daran kommt die Niere in eine 35 %ige Kalilauge, in der sie bei 37 ° C für 2 - 3 Tage verbleibt. Danach gießt man die Kalilauge vorsichtig ab; die korrodierten Präparate werden unter einem lauwarmen Wasserstrahl - evtl. unter Zuhilfenahme einer feinen Pinzette - von anhaftenden Weichteilresten befreit, so daß der Gefäßbaum und das Nierenbeckenkelchsystem übrigbleiben.

Je nach Menge des injizierten Plastoids wird entweder eine fast parenchymatöse Darstellung der Niere erreicht, oder es entsteht ein Präparat, das nur die größeren Gefäßäste zeigt.

Die starke Füllung mit einer parenchymähnlichen Darstellung der Gefäße gibt ein gutes Bild über das Relief der Nierenoberfläche und über die Hilusform mit den Interpartialfurchen. Uns lag aber sachgemäß die gröbere Darstellung der Aa. interlobares mehr am Herzen, so daß wir in der Hauptsache eine weniger starke Füllung ausführten.

Nierengefäßanatomische Bemerkungen

Zu den Cardinalproblemen der chirurgischen Technik zählt die Blutung und deren Beherrschung. Die Blutungskontrolle wird einem Operateur umso besser gelingen, je genauer seine Kenntnis der Gefäßverhältnisse ist.

Deshalb sei hier zunächst die Gefäßanatomie der Niere dargestellt, wie wir sie an unseren Präparaten studiert haben.

A. Das arterielle Gefäßsystem

1. Die A. renalis, ihre Aufteilung und ihr Verlauf

Jede Niere wird durch ein kräftiges Gefäß, die A. renalis, versorgt. Diese entspringt aus der Aorta abdominalis und teilt sich, bevor sie in die Nierenpforte eindringt, in einen ventralen und einen dorsalen Ast. Der Verlauf und die Verzweigung des extrarenalen Gefäßanteils ist recht unterschiedlich und wird auch in der Literatur sehr verschieden beschrieben. Die Angaben differieren oftmals so sehr voneinander, daß der Eindruck entsteht, als gebe es hier keinerlei Ordnung und Gesetzmäßigkeit.

So wird schon die Zahl der aus der Aorta entspringenden Gefäße häufig mit mehr als 2 (für jede Niere 1) angegeben. GÉRARD ¹⁾ beobachtete zuweilen bis zu 5, KOLSTER (48) fand bei 41,7 %, ZONDEK (82) bei 33 % aller Fälle mehr als 2 Aa. renales. Auch die Zahl der am Hilus einmündenden Gefäßäste wird nicht einheitlich angegeben ²⁾; sie schwankt zwischen 2 - 6.

Dieser Uneinheitlichkeit der Daten stehen Angaben gegenüber, in denen völlige Übereinstimmung besteht.

¹⁾ G. GÉRARD, Manuel d'Anatomie Humaine 1912, 995, zit. nach HOU JENSEN, S. 53 (41)

²⁾ HOU JENSEN, S. 62 (41)

Dazu gehört die schon von VESALIUS gemachte Beobachtung der Aufteilung der A. renalis in einen ventralen und einen dorsalen Ast, die auch durch unsere Präparate völlig bestätigt wird, ebenso wie die Beobachtung, daß der ventrale Ast in der Regel der größte ist und daß er sich an irgendeiner Stelle zwischen dem Abgang der A. renalis aus der Aorta und der Einmündung in den Nierenhilus in mehrere Zweige aufteilt.

In der Mehrzahl der Fälle beginnt diese Aufteilung in der nierennahen Hälfte der A. renalis, selten in der aortennahen, hin und wieder unmittelbar am Hilus und kaum intrarenal ^x).

Folgende Tabellen sollen den Abstand der Verzweigungsstelle vom Hilus zeigen.

Tabelle 1 a

Abstand der arteriellen Verzweigungsstelle vom Hilus.

linke und rechte Nieren (insges. 42)
ventral

bis 1 cm	bis 2 cm	bis 3 cm	bis 4 cm	Summe
9	18	10	5	42
21 %	43 %	24 %	12 %	100 %

Es fällt auf, daß in gut $\frac{2}{3}$ der Fälle die Verzweigung in 1,5 - 3 cm Abstand vom Hilus beginnt, wobei die kleinere Entfernung noch deutlich überwiegt. Die hilusferne Ver-

x) Da uns en-bloc-Präparate mit Aorta nicht zur Verfügung standen, vermögen wir über den Ursprung eines Gefäßes direkt aus der Aorta oder einer sehr frühen Abzweigung vom Hauptstamm der A. renalis nichts auszusagen. Aus diesem Grunde können wir auch nicht die herkömmliche Unterscheidung zwischen accessorischen und aberrierenden Gefäßen anstellen, derzufolge accessorische Gefäße zusätzlich zur A. renalis direkt aus der Aorta entspringen, aberrierende sehr früh die A. renalis verlassen und zumeist - ohne den Hilus zu passieren - direkt ins Parenchym einmünden.

zweigung kommt am wenigsten häufig vor. Jedoch ändert sich das Bild ganz überraschend, wenn man die linken und rechten Nieren gesondert betrachtet.

Tabelle 1 b x) (s.S.8)

links									
ventr. bis 1	dors.	ventr. bis 2	dors.	ventr. bis 3	dors.	ventr. bis 4	dors.		
1 / 0,5	2	2 / 1,5	2	3 / 2	2	3,5 / 2	2,5		
1 / 0,5	1	2 / 1	1,5	2,5	1	4	3,5 / 2,5		
		1,5	2	2,5	2				
		2	2	2,5 / 1,5	1,5				
		2	1,5						
		2	1,5						
		2 / 1,5	2						
2		7		4		5		Su. 18	
11 %		39 %		22 %		28 %		= 100 %	

rechts									
ventr. bis 1	dors.	ventr. bis 2	dors.	ventr. bis 3	dors.	ventr. bis 4	dors.		
1 / 0,5	1	1,5 / 1	2	2,5 / 1,5	2,5				
0	1,5	1,5	2	2,5	3				
1	1,5	2 / 1	2,5	3	4				
0,5	1	2	2,5	2,5 / 1,5	2,5				
0	1,5	2 / 1	1,5	2,5 / 0,5	2,5				
0	0	1,5	1,5	3	3 / 2,5				
0,5 / 0	2	1,5 / 0	2,5						
		1,5 / 1	2						
		1,5	2,5 / 2						
		1,5	3 / 1,5						
		1,5	1,5						
7		11		6		0		Su. 24	
29 %		46 %		25 %		0 %		= 100 %	

Bei den linken Nieren zeigt sich, daß die hilusfernere Verzweigung (bis zu 4 cm) bereits an zweiter Stelle steht. Ganz andere Verhältnisse zeigt die Gefäßaufteilung bei den rechten Nieren. Hier ist die (bei linken Nieren so seltene) hilusnahe Aufzweigung sehr häufig; sie beherrscht den zweiten Platz, während die hilusfernere Verzweigung in unserer Tabelle (deren repräsentativer Wert durch die relativ kleine Zahl von 42 Präparaten allerdings begrenzt ist) in keinem Falle beobachtet wurde.

Diese Unterschiede werden durch LÖFGRENS Arbeit (56) ohne weiteres verständlich. Durch sekundäre Verschiebung der beiden Pyramidenreihen, die sich ursprünglich 7-paarig-symmetrisch aus der Ureterknospe bildeten und später durch Verschmelzung reduziert wurden, kommt es zu einer Störung der zentralen Mittelständigkeit des Hilus, der nun entweder nach dorsal oder ventral offen ist. SIGEL (76) wies darauf hin, daß als Ergebnis dieser medio-lateralen Verschiebung der Pyramiden und Kelche nicht nur die Lage der Hiluslippen zueinander sich verschiebt, sondern auch die ventro-dorsale Berührungsfläche (margo lateralis) an dieser Verschiebung teilhat und in Abhängigkeit zum Hilus steht: bei ventraler Hiluslage befindet sich der margo lateralis mehr dorsal; bei dorsaler Hiluslage findet man den margo lateralis mehr auf der ventralen Seite. Die ventrale Hiluslage findet sich normalerweise bei linken Nieren, während bei rechten Nieren der Hilus gewöhnlich hinten liegt.

Diese Beobachtung wird vollauf durch unsere Präparate bestätigt, und die Tabellen 1 und 2 mögen diese Verhältnisse verdeutlichen.

x) Anmerkung von S. 7:

sofern 3 Zahlen angeführt sind, bedeutet die mittlere den Abstand vom Knotenpunkt der ventralen Äste bis zum Hilus; die erste Zahl bedeutet den Abstand von der ersten Abzweigung eines Astes vom Hauptstamm (bis zum Hilus).

Tabelle 2

Beziehung zwischen Hiluslage und Nierenseite

Hiluslage	re. Nieren	li. Nieren	Anzahl	in %
auf d.ventralen S.	2	21	23	26
auf gleicher Höhe	7	11	18	20
auf d.dorsalen S.	36	11	47	54
zus.	45	43	88	100

Wie oben bereits erwähnt, erscheint auf der ventralen Seite bei linken Nieren die hilusfernere Verzweigung häufiger, bei rechten Nieren die hilusnahe. Dieses Phänomen ist nach dem bisher Gesagten damit erklärbar, daß bei rechten Nieren die vordere Hiluslippe mehr medial, bei linken jedoch mehr lateralwärts liegt und also der Weg der Gefäße von der Abzweigungsstelle bis zum Hilus im letzteren Falle länger ist.

Die Hiluslage ist natürlich für die Pyelotomie bedeutsam, so daß wir später noch darauf zurückkommen müssen.

Die A. renalis verläuft zumeist in Richtung auf die obere Hälfte der Niere (Abb. 1, 2, 3). Diese Beobachtung wird durch die embryologische Entwicklung verständlich: Die größere Anzahl von Urnieren-Arterien wird zunächst auf 4 reduziert; von diesen bildet dann die 2. (von cranial) später das Stammgefäß (GÉRARD (30)). So erklärt es sich auch, daß der Stamm der A. renalis fast niemals die Symmetrie-Achse für die von ihm abzweigenden Äste bildet und daß die Abzweigungsstelle gewissermaßen exzentrisch, nach cranial verschoben, liegt.

Im allgemeinen verläuft der Stamm der A. renalis in cranio-caudaler Richtung ^{x)} und bildet so nicht ganz einen rechten Winkel zur vertikalen Nierenachse. Zuweilen ist der Winkel sogar erheblich kleiner als 45 ° (Abb. 4,

^{x)} Bei CORNING (19) S. 463 und bei einigen eigenen Präparaten (Abb. 6, 7, 13) fanden wir einen entgegengesetzten Verlauf.

14, 19) ^x); in einem Falle (Abb. 5) beträgt er sogar nur 20 °. Dieser letztgenannte Verlauf findet sich - wenn auch nicht grundsätzlich, so doch überwiegend - bei hilusnaher Verzweigung und gewährt zumeist einen idealen Zugang zum Nierenbecken - auch von ventral -, jedenfalls beim rein arteriellen Präparat.

2. Die ventrale Gefäßverteilung

Je nachdem, ob die Teilung der A. renalis mehr proximal oder mehr distal von der Aorta erfolgt, findet man einen unterschiedlichen Aufzweigungsmodus des ventralen Astes der A. renalis.

a) Bei der hilusferneren Aufzweigung überwiegt in starkem Maße eine Dreiteilung des ventralen Astes der A. renalis ^{xx}). Die regelmäßig beobachtete Dreiteilung ist aber nur selten symmetrisch; die unsymmetrische Trifurkation mit cranial-exzentrisch gelegennem Knotenpunkt herrscht vor und wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß der Stamm der A. renalis der oberen Nierenhälfte zustrebt. Aus diesem Grunde muß auch der untere Arterienzweig der längste sein, was auch durch unsere Präparate bestätigt wird (Abb. 15, 16, 12, 3). Er ist besonders dann lang, wenn er proximal der Abzweigungsstelle den ventralen Ast verläßt (Abb. 17) oder gar vor der ventro-dorsalen Aufteilung der A. renalis von dieser als erster Zweig entspringt. In diesem Fall kann man von einer Dreiteilung im strengen Sinne nicht sprechen, da man nur eine Zweiteilung in dem oberen und mittleren Ast vorfindet.

^x) s. auch RAUBER-KOPSCH a.a.O. Abb. 479 und 531 (demgegenüber aber Abb. 268-271)

^{xx}) so auch G.GÉRARD (300 Nieren!) (zit. HOU JENSEN, S. 58) und HOU JENSEN (a.a.O. S. 63).

Im groben können wir die von GRAVES angeführten Variationen der dreifachen Verzweigung des ventralen Astes bestätigen. Nach GRAVES kann man drei Arten unterscheiden (Abb. 18):

1. Die untere A. verläßt zuerst den vorderen Ast, die obere und mittlere Arterie haben einen gemeinsamen Verzweigungspunkt (53,3 %)
2. Die untere Arterie zweigt direkt mit (oder kurz vor) der oberen Arterie ab und gibt ihrerseits die mittlere Arterie an das Parenchym ab. (30 %)
3. Obere, mittlere und untere Segmentarterie haben einen gemeinsamen Ursprung (16,6 %)

Man kann jedoch die prähilare Dreiteilung nicht dogmatisieren. Die variable Lage und Form des Hilus erschweren eine genaue Bestimmung des Aufteilungsmodus (ob Zwei-, Drei-, Vier- oder gar Fünfteilung) erheblich; oftmals kann man sich einer willkürlichen Festlegung nicht entziehen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Hilus nach ventral hin offen ist (wie meist bei linken Nieren). Hier findet man wiederholt eine mehrfache prähilare Gabelung der Segmentarterien, durch welche die Dreiteilung gestört erscheinen kann (Abb.15); man sieht dann 5 Zweige unter der vorderen Hiluslippe einmünden (Abb. 16, 19).

Zuweilen findet man - vornehmlich bei hilusferner Aufzweigung - eine Vierteilung (Abb. 20, 21) (aber auch hilusnah (22)), die man aber, wenn man dem Prinzip der Trifurkation treu bleiben will, dieser noch zuordnen kann (denn in allen drei angeführten Fällen wird das apikale Segment bzw. das superiore von einem aberrierenden Gefäß versorgt).

b) Auch die Bifurkation ist keine Seltenheit. Sie findet sich nach HOU JENSEN zu 30 % (Abb. 23 - 28). Die beiden Äste teilen sich jeweils entweder kurz vor Einmündung in die Nierenpforte dichotomisch, so daß sich am Hilus 4 Zweige vorfinden (Abb. 27), oder sie gabeln sich vor oder im Sinus derart, daß der superiore Ast einen Zweig für medial unten abgibt (Abb. 26); danach scheint die A. medialis gar nicht vorhanden zu sein bzw. existiert auch wirklich nicht (Abb. 29).

c) Dieser vorwiegend dichotomischen steht eine sprossenförmige Aufzweigung gegenüber, die oft der dorsalen Aufzweigung ähnelt und sich besonders häufig findet, wenn die A. renalis sehr schräg von oben auf die Niere trifft (Abb. 5, 30), aber auch beobachtet wird bei waagerechten oder gar einem von unten schräg erfolgenden Verlauf der A. renalis (Abb. 6). In solchen Fällen, wo sich ventrale und dorsale Aufteilungsmodi nahezu gleichen (das ist nicht nur bei der sprossenförmigen Aufteilung der Fall (Abb. 22, 31, 32)), findet man zuweilen, daß der untere Pol auf der dorsalen Seite auch von dem dorsalen Ast versorgt wird und damit die Ausnahme zu der Regel bildet, nach der der untere Pol stets - sowohl ventral als auch dorsal - von dem inferioren Zweig des ventralen Astes versorgt wird (Abb. 30) (gegen GRAVES (31), SMITHUIS (78)).

Bei dieser Aufzweigungsart tendiert der obere Ast - wie üblich - in die obere Nierenhälfte (oft in den oberen Nierenwinkel) und wendet sich vor dem Hilus mit einem nach oben und lateral convexen Bogen caudalwärts. Die segmentäre Aufgliederung bleibt dabei meistens gewahrt: Von dem Gefäßbogen gehen in fächerförmiger oder schräg-paralleler Anordnung zwei bis drei Zweige (und zwar ein oberer, ein unterer und evtl. ein apikaler) ab, während sein unteres Ende den inferioren Zweig darstellt (Abb. 33, 34, 35, 5).

Wir sahen bereits, daß der Aufteilungsmodus des extrarenalen ventralen Gefäßanteils sehr variabel ist. Am vielfältigsten sind jedoch hinsichtlich des Ursprungs die Gefäße für den oberen und unteren Pol; - dementsprechend schwanken auch die hierüber vorhandenen Angaben sehr.

d) Der obere Pol wird auf der ventralen Seite von dem superioren Ast versorgt, jedoch nicht von diesem allein, denn fast stets findet sich noch ein apikaler Ast, der das kleine Segment auf der medianen Seite des oberen Pols versorgt. Der dorsale Bereich des oberen Pols wird zumeist von dem posterioren Ast versorgt. Der Ursprung der apikalen Segmentarterie ist anerkanntermaßen der am wenigsten einheitliche. Nach GRAVES (31, S.134) entspringt sie je nach Häufigkeit in dieser Reihenfolge:

- a) vom Stamm des vorderen Astes oder der oberen Segmentarterie 43.3 %
- b) von der dorso-ventralen Zweigstelle der A. renalis 23.3 %
- c) vom Hauptstamm der A. renalis oder d. Aorta 23.3 %
- d) vom hinteren Ast 10 %

Wir können die bevorzugte Herkunft der A. apikalıs von ventral nicht bestätigen. Das Ergebnis unserer Untersuchungen an 78 Nieren ^{x)} über die Herkunft der Apikalıs zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 3

Herkunft der apikalen Segmentarterie				
von ventral	von ventral u. dorsal	von dorsal	von d. dorso- ventr. Abzweig.	
19	26	23	10	78
24 %	33 %	30 %	13 %	100 %

Danach wird das apikale Segment zumeist sowohl vom ventralen (meist superioren Zweig) als auch vom dorsalen Ast versorgt. Am zweithäufigsten entspringt die apikale Segmentarterie vom dorsalen Ast; an dritter Stelle folgt der Ursprung vom ventral und schließlich von dem dorso-ventralen Aufzweigungspunkt. Manchmal sieht eine vom dorsalen Ast entspringende Apikalarterie nach ventral; umgekehrt findet man Arterien mit ventralem Ursprung, die auf die dorsale Seite ziehen. In vier Fällen beobachteten wir, daß von der dorsal entspringenden Apikalarterie noch ein Ästchen nach ventral abzweigt. Im allgemeinen dringt diese Arterie, indem sie den Hilus meidet, direkt in das Parenchym des oberen Nierenpols ein (sie wäre nach der SMITHUISSchen Definition ^{x)} also als ein reines Polgefäß anzusehen).

^{x)} GRAVES a.a.O. untersuchte gut 30 Nieren!

^{xx)} (78) S. 228

Vergleicht man die Zahlen unserer Tabelle mit den von GRAVES angeführten, so findet man keine Gemeinsamkeit. Aus dieser Diskrepanz mag man aber den Schluß ziehen, daß der Ursprung der Arterie (bzw. Arterien) des apikalen Segmentes sehr variabel ist.

e) Der untere Pol wird - im Gegensatz zum oberen Pol - nahezu ausschließlich von einem Gefäß versorgt: dem inferioren Zweig des ventralen Astes. Dennoch hat der untere Pol zwei wesentliche Merkmale mit dem oberen - genauer gesagt: mit dem apikalen - Segment gemein: Beide beanspruchen sie Areale sowohl der vorderen als auch der hinteren Fläche. Das apikale Segment respektiert die ventro-dorsale Gefäßscheide nicht (Abb. 2, 14, 19, 24, 30, 32, 36, 37, 39); noch weniger ist dies der Fall bei dem unteren Pol (bzw. inferioren Segment). Dieser ignoriert die HYRTLsche Linie der natürlichen Teilbarkeit vollständig, und zwar auf dem lateralen Rand noch stärker als auf dem medianen. Der untere Pol verdient seinen Namen mit mehr Recht als der obere, denn er reicht von unten vorn bis unten hinten. Der Gefäßbaum vermittelt ein getreues Abbild dieser Verhältnisse. Nimmt man den inferioren Ast zwischen die Finger, so hält man damit den ganzen unteren Pol.

Die zweite Ähnlichkeit mit dem apikalen Segment beruht in der Variabilität des Ursprungs der das Segment vaskularisierenden Arterie. Die untere Segmentarterie entspringt vorzugsweise aus dem ventralen Ast. Häufig jedoch verläßt sie vorzeitig den Stamm der A. renalis oder nimmt ihren Ursprung direkt aus der Aorta. Nach GRAVES (32, hat die Arterie zum unteren Segment "the most proximal origin" aller ventralen Segmentarterien. Daher überrascht auch die Beobachtung nicht, daß "zusätzliche" Nierengefäße zum unteren Pol häufiger sind als zum oberen (ALBARRAN (3), GRAVES (32)) ^x). Nach WEINSTEIN ^{xx}) sind sie unten zweimal

^x) entgegengesetzte Beobachtungen machten MERKLIN und MICHELS (64)

^{xx}) zit. nach GRAVES (32)

so häufig. Wir fanden zu 6,5 % aberrierende Gefäße zum oberen gegenüber 11,5 % solcher Gefäße zum unteren Pol ziehen.

Die untere Segmentarterie passiert immer den Hilus - außer wenn sie als accessoria direkt in das Parenchym des unteren Pols mündet - und teilt sich gewöhnlich noch in einen vorderen und hinteren, oftmals auch noch einen mittleren unteren Zweig auf. Das Versorgungsgebiet des vorderen Astes ist der vordere Bereich des unteren Kelches und die Spitze des unteren Pols - sofern dieser nicht von dem mittleren unteren Ast versorgt wird. Der hintere Zweig verläuft unter dem Hals des untersten Kelches und versorgt den hinteren Bereich des untersten Pols (Abb. 2, 3, 5, 6, 10, 21, 29). Es ist die Regel, daß der untere Pol sowohl ventral als auch dorsal von der unteren Segmentarterie, d.h. von vorn her versorgt wird. Die Versorgungsbereiche aber sind unterschiedlich. Gewöhnlich ist die Ausdehnung ventral größer als dorsal; man beobachtet aber durchaus auch das umgekehrte Verhältnis. In seltenen Fällen wird sogar fast die ganze untere Hälfte der facies dorsalis von der unteren Segmentarterie versorgt (Abb. 10, 38). Im Gegensatz dazu findet sich jedoch die Ausnahme zu der oben erwähnten Regel: Zuweilen wird der dorsale Teil des unteren Pols von dem hinteren Ast der Nierenarterie versorgt. Diese seltenen Fälle weisen dann tatsächlich eine von oben bis unten durchgehende Linie der natürlichen Teilbarkeit auf - die üblicherweise ja nicht besteht. Man findet diese Erscheinung vornehmlich dort, wo der ventrale Aufteilungsmodus dem posterioren (bzw. umgekehrt) in starkem Maße ähnelt (Abb. 22, 30, 31, 32).

Die untere Segmentarterie zieht zumeist vor dem Becken oder Ureter vorbei. Wenn sie als accessorisches bzw. aberrierendes Gefäß zur Niere zieht, kann sie u.U. in Kollision mit dem Ureter treten und ein Hindernis für den Harnabfluß darstellen; auf diese Weise kann eine Hydronephrose verursacht werden. Das ist besonders dann möglich, wenn

das Gefäß vor dem Ureter zur hinteren Fläche des unteren Nierenpols zieht (EKEHORN (25)). Nach STAHLER (80) wird ein abnormer Gefäßverlauf zu 75 % als Ursache einer Hydro-nephrose angeschuldigt.

3. Die dorsale Gefäßverteilung

Der hintere Ast der A. renalis vascularisiert einen inkonstant großen dorsalen Nierenbezirk ^x). Nachdem er in fast zwei Drittel aller Fälle (s. Tabelle 3) einen kleinen Ast zum apikalen Segment nach oben abgibt, setzt er sich als Arterie des posterioren Segmentes fort und versorgt den Bereich zwischen dem hinteren Teil des kleinen apikalen und den hinteren Teil des unteren Segmentes. Die posteriore Segmentarterie verläuft als Fortsetzung des hinteren Astes dorsal und cranial vom Nierenbecken zum hinteren Hilus und verzweigt sich nicht, bevor sie in die Nierenpforte eingetreten ist. Im allgemeinen beschreibt sie vor ihrer Einmündung einen kleinen Bogen nach oben (Abb. 2, 16, 25, 39), und zwar sowohl bei dendritischem als auch beim ampullären Nierenbecken, - bei diesem ganz besonders, so, als sei sie von ihm (das Primat der Ureterknospe bekräftigend) nach oben verdrängt. Der bogenförmige Verlauf^{xx}) nimmt - mit der Convexität nach cranial und lateral - unter der hinteren Hiluslippe seinen Fortgang. Die Arterie endet meistens in Höhe des unteren Kelches, wo sie auf die Gefäße des von ventral versorgten unteren Segmentes stößt - von diesen durch eine mehr oder minder stark ausgeprägte gefäßarme Zone streng geschieden (Abb.21).

^x) In einem Falle beobachteten wir ein vom hinteren Ast abzweigendes Gefäß, das nach ventral zieht und dort den oberen Teil des medialen Segmentes versorgt (Abb.20).

^{xx}) Man findet nicht selten andere Verlaufsformen (Abb.19, 20, 29, 30) und Verzweigungsarten, die der ventralen ähnlich sehen (Abb. 40 - 42).

Von der Arterie ziehen nach dem Schema der fächerförmigen Aufteilung mehrere Gefäße peripheriwärts, gelangen aber in überwiegendem Maße nicht bis an den margo lateralis heran.

Die Anzahl der von der posterioren Segmentarterie abgehenden Zweige ist unterschiedlich. Im allgemeinen findet man drei größere Zweige oder Zweiggruppen (Abb. 24, 26, 39, 40), von denen die erste nach oben tendiert und den hinteren Teil des oberen Kelches versorgt. Je nach Ausdehnung des benachbarten apikalen Segmentes ist ihr Versorgungsbereich kleiner (Abb. 10, 25, 41, 43, 44) oder größer. (Abb. 14, 31, 32)

Die mittlere Gefäßgruppe strebt der Peripherie zu und stößt mit ihrem Versorgungsbezirk dorsal des margo lateralis mit dem mittleren Segment zusammen.

Die terminale Gefäßgruppe versorgt mit ihren Zweigen den oberen Teil der unteren Kelchgruppe. Ihr Versorgungsgebiet ist abhängig von der Größe und dorsalen Ausdehnung des unteren Segmentes. Je schwächer der dorsale Bereich des unteren Pols von vorne versorgt wird, umso kräftiger ist das Versorgungsgebiet der posterioren Segmentarterie. Wenn das dorsale Versorgungsgebiet an Fläche zunimmt und sich ausdehnungsmäßig dem ventralen angleicht, so findet man durchwegs auch den dorsalen Aufteilungsmodus dem ventralen sehr ähnlich.

Der dorsale Gefäßbezirk ist - wie schon erwähnt - kleiner als der ventrale. Durchschnittlich verhält sich das dorsale zum ventralen Versorgungsgebiet wie 1 : 2,5 (Abb. 41). Man findet aber auch Verhältnisse von 1: 4 (Abb. 13, 44) und auch solche von 1 : 1 (Abb. 31, 32); erstere sind vor allem durch ein weit nach dorsal reichendes unteres Segment bedingt; letzteres findet man vornehmlich, wenn ventrale und dorsale Aufteilungsmodi einander ähnlich sind.

Der hintere Ast der Nierenarterie zweigt zu ca. 40 % vor allen anderen Zweigen aus dem Stamm der A. renalis ab; in den übrigen Fällen erfolgt der Abgang meistens am Punkt der ventralen Gefäßaufteilung.

Das posteriore Segment überschreitet nach der vorherrschenden Meinung ^{x)} niemals die Marginallinie, sondern endet zumeist $1/2 - 1$ cm dorsal davon (BRÖDEL (14), ZONDEK (88)). Diese Beobachtung entspricht so gut wie immer der Wirklichkeit. Sie darf als Regel gelten, die jedoch zuweilen eine Ausnahme macht: Wir fanden eine rechte Niere, bei der das posteriore Segment den margo lateralis deutlich überschreitet und sogar auf der facies ventralis sichtbar ist (Abb. 45).

4. "Zusätzliche" Nierengefäße

Das Problem der "zusätzlichen" Nierengefäße wurde wohl erstmals von GÉRARD (30) richtig erkannt; er glaubte, daß die accessorischen Gefäße einer frühen Abzweigung von dem Stamm der A. renalis zuzuschreiben sind und also keine echten zusätzlichen Gefäße darstellen. Bis dahin hatte man geglaubt, die Niere würde nur durch ein einziges in den Hilus einmündendes Gefäß versorgt. Weitere zur Niere hinführende Arterien hielt man deshalb für zusätzlich. Man beschäftigte sich wohl mit ihnen besonders im Zusammenhang mit der Hydronephrose, verkannte aber, daß solche Gefäße normale Segmentarterien sind, die nur infolge entwicklungsgeschichtlicher Rückbildungshemmung vorzeitigen Abgang haben. Die Richtigkeit von GÉRARDS Meinung hat sich in der Folge immer wieder bestätigt und wurde in letzter Zeit besonders durch GRAVES (32) hervorgehoben. Die Zahl der aberrierenden und accessorischen ^{xx)} Gefäße wird unterschiedlich angegeben. ZONDEK (88) fand bei einem Drittel aller Fälle (das heißt zu 33 %) mehrere Nierenarterien, nach CORNING (19) finden sich zu 25 % accessorische Gefäße, und nach TÖNDURY (82) gibt es zu 20 %, nach GERARD zu 19 % überzählige Nierenarterien. Dieser letzten Angabe kommt auch unsere Beobachtung gleich: Wir fanden in 18 - 20 % der Fälle "überzählige" Nierengefäße, davon zogen 6,5 - 7 % zum oberen, 11,5 - 13 % zum unteren Pol (vergl. S.15).

x) auch GRAVES: "...ausschließlich auf der hinteren Fläche" (31, S.133)

xx) s. Fußnote S. 6

Das mittlere Segment wird niemals durch ein aberrierendes Gefäß versorgt, das obere schon häufiger (vergl. Bemerkungen über den oberen Pol). Die Arterie zum posterioren Segment kommt zuweilen als akzessorisches oder aberrierendes Gefäß vor (SIGEL (76)); wir haben dies jedoch nur an einem Präparat beobachtet (Abb. 9).

Die Bedeutsamkeit der Entdeckung, daß die vasa aberrantia in Wirklichkeit ebensolche Gefäße sind wie die anderen, ergibt sich aus der Beobachtung BERTINS, daß nämlich die Äste der A. renalis Endäste sind und daß es keine Anastomosen gibt, weder zwischen den größeren noch den kleineren Ästen der A. renalis. Dies bedeutet, daß die Durchtrennung eines solchen für "überzählig" gehaltenen Gefäßes unweigerlich zur Nekrose des von ihm vaskularisierten Nierenbezirktes führt ^x). Eine Unterbindung führt zur Ischämie des betreffenden Segmentes.

Jedes accessorische Gefäß hat sein autonomes Versorgungsgebiet, das seine Lage unter den übrigen Segmenten durch einen gesonderten Verlauf seiner Arterie in keiner Weise verändert. Der extrarenale Gefäßverlauf hat auf den intrarenalen offenkundig keinen Einfluß. Die Gefäßverteilung der Segmentarterien innerhalb der Niere ist bei einem accessorischen Gefäß nicht anders als bei einem Gefäß, das erst hilär abgezweigt ist. Mag der extrarenale Gefäßverlauf auch sehr unterschiedlich sein, - die intrarenale Gefäßanordnung bleibt konstant. Besondere Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang die Arbeit von GRAVES, derzufolge die Niere in 5 Segmente eingeteilt werden kann: in ein apikales, ein oberes, ein mittleres, ein unteres und ein posteriores Segment. Diese fünf Segmente sind ganz streng voneinander abgesetzt und haben keinerlei Verbindung zueinander. Jedes Segment hat seine eigene arterielle Versorgung, denn es gibt keine Anastomosen, und jedes Gefäß ist daher ein notwendiger Bestandteil der Niere.

^x) Nach MARION (59) und BELT und JOELSON (9) verursachen jedoch Ligatur oder Incision keinen Schaden.

Unsere Präparate bestätigen die GRAVESschen Ergebnisse in fast allen Punkten (Schema s. Abb. 46).

Der Terminus "Segment" für ein bestimmtes, von einer Arterie versorgtes Nierenareal ist allerdings etwas anfechtbar. Wenn wir trotzdem vom Segment reden, so wissen wir zugleich, daß die von der Lunge her bekannte Korrelation zwischen Bronchial- und Gefäßsystem keine Entsprechung in der Niere findet (CHIEVITZ (17), SMITHUIS (78)). Ein Segment im Sinne einer von der Nachbarschaft abgrenzbaren morphologischen und funktionellen Einheit gibt es in der Niere nicht. Der Lobus renalis, der an Säuglings- und Kindernieren noch gut erkennbar ist, bildet an sich das formative Prinzip für die Nierensegmentation; eine eindeutige Beziehung zum Gefäßsystem besteht aber nicht. Ein Lobus hat keine eigene, selbständige Gefäßversorgung, sondern wird von mindestens zwei Seiten durch Aa. interlobares und arciformes mit Blut versorgt (SCHMERBER, GRAVES, SMITHUIS u.a.) (Abb. 47, 48).

Die ventralen Segmente sind von den dorsalen durch eine gefäßarme Zone getrennt. Eine Kommunikation zwischen den beiden Gefäßschalen besteht nicht. Die Ebene der natürlichen Teilbarkeit (HYRTL) liegt nach ZONDEK und BRÖDEL 0,5 - 1,5 cm dorsal des margo lateralis, da die Äste der ventralen Gefäße leicht nach dorsal übergreifen, und wird (nach BRÖDEL (14)) durch die Achse der hinteren Kelchreihe dargestellt (Abb. 49). Nach SMITHUIS ist das Planum der natürlichen Teilbarkeit zwischen der dorsalen und ventralen Reihe der Nierenkelche. Dies wird bis heute noch von verschiedenen Autoren (TÖNDURY und anderen) als ideale Schnittlinie empfohlen. Der Verlauf dieser arterienarmen Zone ist aber nicht linear, sondern sehr unbestimmt, zuweilen S-förmig (Abb. 14, 36, 50). Auch liegt die "Linie" nicht immer nur dorsal (Abb. 45) ^{x)}; außerdem läßt sie sich

^{x)} (gegen BRÖDEL (14) Seite 11, und andere)

wegen der Besonderheit des unteren Pols (Abb. 13, 20, 41) nicht bis zur Extremitas caudalis durchziehen. Von außen ist die ventrodorsale Grenzlinie der beiden Gefäßbezirke nicht sicher zu erkennen, lediglich die probatorische Abklemmung der posterioren Segmentarterie vermöchte über ihren Verlauf einen Hinweis zu geben.

B. Das venöse Gefäßsystem

Das venöse Gefäßsystem leitet das Blut aus der Niere durch die kräftige V. renalis in die V. cava. Hier, in der Nähe ihrer Mündungsstelle, liegt die Nierenvene vor der Nierenarterie. In der Nähe des Hilus jedoch greift der vordere Arterienast mit seinen Ästen nach vorne über, so daß die Vene zwischen Arterien und Becken zu liegen kommt (Abb. 1, 8, 51). Diese Ordnung setzt sich auch in das Innere der Niere fort, so daß die äußere Nierenschicht frei von Venen erscheint (wie unsere Präparate zeigen). So sind die reinen Venenpräparate (ohne arteriellen Gefäßbaum) im allgemeinen etwas kleiner als die Kombinations- oder Arterienpräparate; sie erscheinen auch gedrungener und fester, was gewiß nicht zuletzt durch die dickeren Äste des venösen Gefäßbaums und die zahlreichen venösen Anastomosen bedingt ist.

Die dicke Vena renalis liegt stets vor dem Nierenbecken, und zwar (im Gegensatz zur Arterie) in Hilusmitte, etwas unterhalb und hinter der A. renalis (Abb. 51). Sie bekommt ihren Zustrom aus einem kranialen und einem kaudalen Ast ^x), sowie einem kleineren Ast von hinten oben,

^x) FREY spricht von einem vorderen und einem hinteren Hauptast, die das Nierenbecken umgreifen.

der zwar in der Regel, aber nicht immer vorhanden ist (Abb. 52, 53). In vielen Fällen bezieht entweder der craniale oder der caudale Venenast noch einen Zweig, der das Blut vom medialen Nierenbereich (und zwar vorn und hinten) ableitet. Accessorische oder aberrierende Venen wurden von uns nicht beobachtet. Sie werden jedoch von CORNING (19), FREY (27) und anderen angeführt.

Die Anordnung der Venenwurzeln ist im wesentlichen dieselbe wie die der Arterien (CORNING). Die Venenzweige haben jedoch eine stärkere formale Beziehung zum Nierenbeckenkelchsystem, dem sie ja auch schon räumlich näher liegen. Sie anastomosieren dort, wo die Pyramidenbasen zu erwarten sind und bilden hier die arcus venosi; so dann vereinigen sie sich zu größeren Zweigen und bilden weiter proximal ein zweites System von Anastomosen, welche wie Kragen um die Kelchhalse gelegt scheinen (BRÖDEL (14) S.12). Das Blut wird dann weiter in die Vv. interlobares geleitet, die in zwei bis drei große Gefäßäste einmünden und sich schließlich noch im Sinus oder prähilär zum kräftigen Stamm der V. renalis vereinen.

Intrarenal findet sich bezüglich der Aufteilung und Lokalisation eine weitgehende Übereinstimmung mit dem arteriellen Gefäßsystem ^x). Extrahilär aber können wir keinen Parallelismus von arterieller und venöser Gefäßaufteilung feststellen (wie auch ALBARRAN und PAPIN nicht). So findet die segmentäre Anordnung des arteriellen Gefäßsystems kein echtes Analogon im venösen. Wollte man dennoch von venösen Segmenten sprechen, so wäre es wichtig, zu bedenken, daß das "venöse Segment" sich in keinem Falle mit dem arteriellen deckt. Außerdem besteht ein anderer wichtiger Unterschied: Die Segmente des ar-

^x) SMITHUIS findet dagegen überhaupt keine Beziehungen zwischen den Verzweigungsmodi der Arterien und Venen, während SIGEL sie auch bei der gröberen Gefäßverzweigung sieht.

teriellen Gefäßbaums sind - da sie durch Endarterien versorgt werden - streng voneinander getrennt, die des venösen dagegen durch reichlich kleinere und auch größere Anastomosen miteinander verbunden (Abb. 51, 53). Diese Anastomosen finden sich auch auf der dorso-ventralen Gefäßscheide, die dadurch somit - wenigstens vom venösen Aspekt - keine gefäßarme Zone darstellt; dieses umso weniger, als zwischen der ventralen und dorsalen Kelchreihe, genau im Planum der natürlichen Teilbarkeit, eine "mediane Vene" verlaufen soll (SMITHUIS, S. 234).

Die dorsale Nierenhälfte wird vom venösen System erheblich vernachlässigt; man findet zuweilen überhaupt keine eigens für die Dorsalfläche zuständige Vene; sofern diese aber vorhanden ist, dient ihr als Abflußgebiet nur das obere Drittel (Abb. 53); der mittlere und untere dorsale Nierenbereich wird venös von ventral versorgt, und zwar erfolgt der Abfluß des mittleren Bereichs von dem mittleren ventralen Venenast, sofern er vorhanden ist; sonst wird auch der mittlere genau wie der untere Dorsalbereich von dem caudalen Venenast versorgt. Dieser sendet seine Zweige ober- und unterhalb der unteren Kelchgruppe nach dorsal herum. Das Nierenbecken bleibt hinten völlig zugänglich (Abb. 51c, 52c); auf der ventralen Seite dagegen liegt die Vene unmittelbar davor und macht den ungestörten Zugang zum Pyelon völlig unmöglich; das ist besonders fatal, wenn die Arterien den Zugang ermöglichen würden - wie das bei hilärer Aufteilung öfters der Fall ist (Abb. 8, 54).

C. Die Lagebeziehungen von Arterien, Venen und Nierenbecken am Hilus

Der Hilus renis bildet die Eintrittspforte für die Arterien und die Austrittspforte für Venen und ableitende Harnwege. Seine Form ist sehr unterschiedlich; man findet sowohl einen sanften Bogen als auch kräftige Einbuchtungen; auch die Hiluslage ist recht variabel und ist abhängig von der Seite (das heißt, ob links oder rechts gelegen). Bei linken Nieren ist der Hilus gewöhnlich nach vorne (Abb. 2), bei rechten Nieren meist nach hinten geöffnet (Abb. 20, 21); weniger oft ist er genau medianwärts gerichtet.

Die Lage der Gefäße am Hilus ist im allgemeinen wie folgt: am weitesten ventral liegt der vordere Ast der Nierenarterie bzw. einer seiner Zweige (Abb. 8, 39, 51, 54). Unterhalb und hinter diesem Arterienast ist die Vene gelegen, unmittelbar dahinter liegt das Nierenbecken; schließlich folgt auf der Dorsalseite noch der dorsale Ast der A. renalis. Die Arterien umgreifen also gewissermaßen die im Nierensinus enthaltenen venösen und harnleitenden Gefäße von beiden Seiten ^{x)}).

Der ventrale Nierenast teilt sich in kürzerem oder weiterem Abstand vor dem Hilus in 3 - 4 Äste auf, die normalerweise die Nierenpforte passieren. Dabei zieht die obere Segmentarterie regelmäßig in die craniale, die untere Segmentarterie zumeist in die caudale Interpartialfurche; die apikale Segmentarterie meidet häufig den Hilus (Abb. 2, 8, 16, 39). Der dorsale Ast der A. renalis tritt - analog der oberen Segmentarterie - im hinteren cranialen Hiluswinkel ins Parenchym, um dann zwischen der hinteren Hiluslippe und dem Nierenbecken - dieses

^{x)} Die Anordnung: Vene, Arterie, (Nierenbecken), die von vielen Autoren angegeben wird, trifft in Hilusnähe selten zu. Sie gilt aber in Nähe der großen Bauchgefäße (BRÜDEL).

stets respektierend - nach caudal zu ziehen (Abb. 16, 39). Während auf der dorsalen Seite das Nierenbecken stets zugänglich ist, ziehen auf der ventralen Seite im allgemeinen die Segmentarterien des vorderen Astes über das Nierenbecken hinweg und verdecken dieses. Bei der hilusfernen Aufteilung ist der freie Zugang zum Nierenbecken nahezu unmöglich (Abb. 2, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 27, 55); das Haupthindernis bietet im allgemeinen die untere Segmentarterie. Weniger schwierig ist der Zugang zum Nierenbecken bei der hilusnahen Aufzweigung (Abb. 34, 45, 56), denn hier verläuft die untere Segmentarterie in enger Nachbarschaft zur vorderen Hiluslippe, so daß der ventrale Zugang zum Nierenbecken dem dorsalen fast gleichkommt. Je mehr der Verlauf des vorderen Astes dem des hinteren entspricht, umso weniger wird im allgemeinen das Nierenbecken von den Gefäßen bedeckt (Abb. 30, 12).

Der optimale Zugang ist aber in allen Fällen der dorsale! Denn selbst wenn der arterielle Gefäßbaum auch von ventral einen ziemlich freien Weg zum Nierenbecken bietet (wie meistens bei der hilären Aufzweigung), so stellt die unmittelbar vor dem Becken liegende Vene stets ein Hindernis dar, das nur mit Mühe zu umgehen ist, besonders dann, wenn die Vene das Nierenbecken gänzlich verdeckt (Abb. 8). Weder die prähiläre (Abb. 39) noch die intrarenale Aufteilung (Abb. 8) der V. renalis gestalten das Problem des ventralen Zuganges günstiger.

In der Mitte des Sinus liegt das von den Gefäßen umgebene Nierenbeckenkelchsystem. Dieses ist in seiner Form ebenso wenig einheitlich gestaltet wie etwa das venöse oder arterielle System. Die Unterschiede sind auch hier embryologisch erklärbar. Je nach Stärke und Grad des Reduktionsprozesses der Harnkanälchen kommt es zu sackförmigen, ampullären oder röhrenförmigen dendritischen Nierenbecken. Kombinationen von beiden sind häufig. Im allgemeinen finden sich (andeutungsweise auch beim ampullären) zwei calices maiores (bzw. Zwischenstücke), die eine craniale und caudale Kelchgruppe bilden; in

vielen Fällen beobachtet man noch ein drittes mittleres Zwischenstück; dieses ist aber oft mit dem caudalen eng verbunden. Das obere Zwischenstück ist lang, dünn und hat eine vertikale Verlauffstendenz. Das untere Zwischenstück ist kurz, gedrun-gen-plump und liegt mehr in horizontaler Richtung. Diese Charakterisierung ist jedoch grob schematisch und gilt nur *cum grano salis*. - Die Abbildungen (Abb. 28, 44, 56/ 14, 24, 26, 30-33, 51 / 11 / 21) mögen die Variationsbreite veranschaulichen.

Die Aufteilung des Nierenbeckens vollzieht sich normalerweise im Sinus. Bei der ampullären Beckenform ist dies fast stets der Fall, bei der dendritischen erfolgt die Teilung zuweilen schon extrahilär, so daß Teile der beiden Zwischenstücke sowohl von ventral als auch von dorsal sichtbar werden (Abb. 12, 14, 30, 32). Erfolgt die Aufteilung des Beckens oder besser die Vereinigung der calices maiores erst sehr spät irgendwo zwischen Niere und Blase, so entsteht das sogenannte doppelte Nierenbecken (besser: geteilte Nierenbecken) bzw. der Doppelureter. Die Gefäßformation an den Organen mit geteiltem Nierenbecken weicht etwas von der Regel ab: Die Arterie des posterioren Segmentes versorgt hier nur den oberen Nierenanteil. Der mittlere und untere Anteil wird ganz von vorne versorgt, und zwar von dem mittleren und unteren Zweig des ventralen Astes. Die untere Anlage erscheint fast wie eine Niere für sich, wobei der nach hinten verlaufende Ast der mittleren Segmentarterie gleichsam als "A. dorsalis" erscheint; der untere Pol wird in üblicher Weise von dem inferioren Zweig versorgt (Abb. 57). Die Beschränkung der posterioren Segmentarterie auf den oberen Nierenanteil wäre unter Umständen für die Polresektion bedeutsam.

Da die posteriore Segmentarterie stets in einem Bogen um das Nierenbecken vorbeizieht, bietet sich dieses von hinten so dar, daß man die Zwischenstücke noch ideal verfolgen kann; das trifft besonders für rechte Nieren zu, bei denen die hintere Hiluslippe weiter lateral liegt

(Abb. 21, 27). Überdies bietet sich zum Nierenbecken, vornehmlich zur unteren Kelchgruppe, ein oftmals überraschend guter Zugang. Das ist durch die Eigenart der dorsalen Gefäßversorgung bedingt. An der Grenze vom posterioren zum inferioren Segment ^{x)}, wo sich also zwei Gefäßbereiche berühren, findet sich eine gefäßarme Zone, die von einer gewissen Bedeutsamkeit für die erweiterte Pyelotomie sein kann. Allerdings ist die Lage dieser Linie je nach dem Grad der dorsalen Ausbreitung des unteren Pols verschieden und die chirurgische Nutzenanwendung daher etwas begrenzt (Abb. 21, 27, 44, 55). Je stärker die Versorgung des unteren Pols von der posterioren Segmentarterie gewährleistet wird, desto geringer wird die operative Verwertbarkeit.

Obwohl das arterielle System von dem harnableitenden nicht direkt abhängig ist, findet man, daß das ampulläre Becken häufig mit einer hilusferneren, das dendritische Becken mit einer hilusnahen Gefäßaufzweigung vergesellschaftet ist. Diese Beobachtung von PRIWES (70) ^{xx)} scheint uns zum mindesten in der Tendenz deutlich vorhanden zu sein (vergl. Abb. 21 u. 39 mit 34 u. 24).

^{x)} Vom gefäßanatomischen Standpunkt wäre diese Zone durchaus der ventro-dorsalen Gefäßscheide zuzurechnen, da ja der untere Pol fast stets von ventral versorgt wird.

^{xx)} deren Gültigkeit von SIGEL (76) bestritten wird

Chirurgische Folgerungen

1. Der operative Zugang zur Niere

Die Chirurgie kennt den lumbalen, den abdominalen und den abdomino-thorakalen Zugang zur Niere. Der letztere ist sehr traumatisierend und wird extrem selten beschritten. Der abdominale Weg hat seine Berechtigung bei der Nephrektomie großer Tumoren. Der lumbale Weg hat sich eindeutig den ersten Platz erobert, jedoch gibt es Unterschiede in der Schnittführung. Bislang bediente man sich zur Freilegung der Niere vornehmlich des lumbalen Schrägschnittes nach v.BERGMAN-ISAEL. Dieser durchtrennt die schräge Bauchmuskulatur und gewährt lediglich einen Zugang zur unteren Nierenhälfte. Den Zugang zum Hilus erkaufte man sich nur durch Luxieren der Niere aus ihrem Lager. Diese Mobilisierung beeinträchtigt erheblich die Nierengefäße, die dabei kräftig gezerzt und gedreht werden. Accessorische Gefäße bedeuten dabei eine vermehrte Behinderung und Gefahr ^x). Außerdem bewirkt die Luxation oft ein Wegmelken eines Steines. Als weitere Folge der Luxation hat man häufiger Steinrezidive beobachtet. Ferner kommt es infolge der Mobilisation zuweilen zu Senknieren und damit sekundär zu Harnabflußstörungen; auch glaubt man an Aktivierung eventueller pyelonephrotischer Prozesse (SIGEL (76)) und parenchymatöse Blutungen (STAEHLER (80)). Um diese Gefahren zu vermeiden, hat man schon seit langem eine "Pyelolithotomia in situ" empfohlen (v.BERGMAN, FEDOROFF, KULENKAMPF, HELLSTRÖM, PFLAUMER, FRUMKIN, STAEHLER, LURZ, H). Bei der Pyelolithotomia anterior kann man die Niere in situ belassen, bei der Pyelotomia inferior wird teils luxiert (MAY (63)), teils auf Luxation verzichtet (BÖMINGHAUS (12), FRUMKIN (28) und andere). Bei der Pyelotomia posterior dagegen muß man die Niere luxieren (BÖMINGHAUS). Die Notwendigkeit der Luxation bei poste-

^x) MAY (63) empfiehlt Durchtrennung atypischer, zum Pol verlaufender Gefäße (wenn sie nicht zu stark sind), um die Luxation der Niere ungestört ausführen zu können!

riorer Pyelotomie ergibt sich wohl bei dem üblichen lumbalen Flankenschnitt nach v.BERGMANN-ISRAEL, nicht aber bei dem von H. LURZ angegebenen muskelschonenden Lumbalschnitt. Diese Methode gewährt einen raschen, schonenden und freien Zugang zum Hilusgebiet, wodurch bei der Nephrektomie die Gefäßunterbindung erleichtert und bei der Pyelotomie die Darstellung des Nierenbeckens begünstigt wird (LURZ, H. (56, 57)).

2. Die Nephrotomie

Ist heute eine größtenteils verlassene Methode zur Entfernung von Nierensteinen, wobei die Niere in Art des Sektionsschnittes vom convexen Rand her in zwei Hälften gespalten wurde. Die anatomischen Voraussetzungen dazu bot HYRTLs Entdeckung der natürlichen Teilbarkeit der Niere, nach welcher sich dorsaler und ventraler Arterienast auf der Höhe des margo lateralis begegneten, aber eine gefäßlose Zone zwischen sich ließen. ZONDEK und BRÖDEL haben diese "Ebene der natürlichen Teilbarkeit" 0,5 - 1,5 cm hinter der Marginallinie angegeben. Die gefäßlose Zone stellte sich lediglich als gefäßarme heraus; zudem galt sie für das Venensystem mit seinen zahlreichen Anastomosen überhaupt nicht. Die Blutungen mußten deshalb bei der Schnittführung in dieser "idealen" Linie recht stark sein, weil diese Linie keineswegs einen glatten Verlauf hat, sondern recht unregelmäßig gestaltet ist (da die einzelnen Gefäßsegmente in ihren Grenzen miteinander verzahnt sind, das posteriore Segment sich zuweilen sogar über die Marginallinie herüber nach ventral erstreckt). Außerdem blieb bei diesem Schnitt völlig unberücksichtigt, daß die ventro-dorsale Gefäßscheide für den unteren Pol keine Gültigkeit hat.

Heute hat dieser traumatisierende Eingriff nur noch den korallenförmigen Ausgußstein als Indikation.

3. Die partielle Nephrektomie

ist eigentlich nur als Polresektion bedeutsam und sinnvoll. In der Therapie der Nephrolithiasis sollte sie eine untergeordnete Rolle spielen und nur bei seltenen krankhaften Anomalien des Kelchsystems - wie etwa eine Kelchstenose mit Stein - zur Anwendung kommen. Die Erforschung des extrarenalen Gefäßverlaufs und der intrarenalen Segmentanordnung (bes. GRAVES) kommt hier zu ihrer praktischen Auswertung.

Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich aus der Inkongruenz zwischen arteriellem und harnableitendem System. Die grobanatomische Aufteilung in pars cranialis, pars intermedia und pars caudalis wird allenfalls den Verhältnissen des Nierenbeckenkelchsystems annähernd gerecht, das Arteriensystem respektiert dieses Ordnungsschema nicht. Die Resektionslinie wird cranial normalerweise durch die gut sichtbare Interpartialfurche bestimmt; hier ist jedoch wegen der einmündenden oberen Segmentarterie Vorsicht geboten, wenn man eine möglichst blutleere Operation anstrebt. Um Gefäßläsionen zu vermeiden, kann man sich über das Ausmaß der segmentären Blutversorgung orientieren, indem man das entsprechende Gefäß am Hilus probatorisch abklemmt. Der anämisierte Bezirk ist dann mit dem Segment identisch; dieses erstreckt sich aber bei dem oberen Segment auf einen Teil der vorderen pars intermedia.

Die untere Polresektion ist wegen der besonderen Gefäßversorgung des unteren Segments durch eine Arterie (den inferioren Zweig des ventralen Astes) weit weniger schwierig. Die probatorische Abklemmung kann auch hier weiter helfen. Steine in der unteren Kelchgruppe bieten im allgemeinen jedoch keine Anzeige zur Polresektion. - Da bei der partiellen Nephrektomie die Blutstillung durch Ligatur der betreffenden Segmentarterie gewährleistet wird, ist dieser Eingriff bei der - allerdings seltenen - hilären Verzweigung schlecht durchführbar.

Trotz einiger Versuche, die partielle Nephrektomie als Operation für die Nephrolithiasis zu inaugurierten, dürften die Pyelotomie ihre führende Position unter den verschiedenen Methoden der Nierensteinentfernung behaupten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Pyelotomie durchzuführen.

4. Die Pyelotomie

a) Die Pyelotomia anterior

gilt heute mit Recht als überholt. Dennoch wird sie in der Literatur wiederholt angegeben und gewiß auch in praxi noch durchgeführt (WILDBOLZ H.(86), TAUBER-MALUF (81), MARWEDEL (bei 47)). MARWEDEL wählt die Vorderseite, weil hier - bei querrer Nephrotomie - die Verletzung eines großen Nierenastes mit nachfolgender Infarktbildung leichter vermieden werde. FREY-BRONNER (27) empfehlen die P. anterior bei schwer beweglichen Nieren oder schwartigen Verwachsungen der Nierenbeckenhinterwand, desgl. bei Hufeisen- und dystrophen Nieren. Auch STAEBLER (80) läßt die P. anterior unter Umständen gelten.

Bei der P. anterior ist das Luxieren des Organs nicht erforderlich. Diesem Vorteil steht jedoch ein sehr gewichtiger Nachteil gegenüber: Das Nierenbecken wird fast stets durch die ventralen Äste der A. renalis überzogen und immer von der V. renalis bedeckt; dadurch ist der freie Zugang zum Nierenbecken unmöglich geworden. Die Präparation der Gefäßäste ist mit dem Risiko der Arterienläsion belastet. Dieser schwerwiegende Grund läßt eigentlich die P. anterior als wenig empfehlenswert erscheinen.

b) Die Pyelotomia inferior

ist heute eine weitverbreitete Methode. ZUCKERKANKL hat sie erstmals empfohlen, nach ihm ZONDEK (88) und PAPIN. BOEMINGHAUS, FRUMKIN und andere halten sie für die Methode der Wahl sowohl bei extra- als auch bei intrarenalem

Becken. UEBELHÖR (84) empfiehlt sie nur bei erweitertem Nierenbecken, zieht aber die P. posterior vor. Ebenso wird die P. inferior von MAY (mit Luxation) und FREY geübt. Dieses operative Vorgehen erlaubt es, die Niere in situ zu belassen und auf die Luxation zu verzichten. Das so gewonnene Plus ist jedoch durch einige Negative erkauft: Der inferiore Zugang zum Becken ist durch zwei Gefäße etwas behindert: Die untere Segmentarterie schlingt sich unter dem Becken und der unteren Kelchgruppe nach dorsal herum; ebenso behindert der caudale Venenast, der auch unterhalb des Beckens nach dorsal umbiegt, den freien Zugang. Dazu kommt, daß nur die Schmalseite des Nierenbeckens als Incisions- und Extraktionsfläche verfügbar ist. Ein Stein in der unteren Kelchgruppe ist von dieser Situation aus auch mit der Lichtenberg-Zange nur sehr schwer herausziehen; außerdem besteht die Gefahr, daß während der Manipulation ein Stein nach oben geschoben wird.

c) Die Pyelotomia posterior

umgeht alle diese Nachteile, sofern sie ohne Luxation der Niere durchgeführt werden kann. Dies ist in der Regel beim lumbalen Flankenschnitt nicht möglich, wohl aber durch den muskelschonenden Lumbalschnitt. Die Pyelotomia posterior ist die eigentliche Domäne des Lurz'schen Schnittes, denn er ermöglicht den Zugang zur posterioren Nierenbeckensfläche nahezu direkt von hinten.

Die dorsale Fläche des Nierenbeckens bietet sich förmlich zur Incision an, da sie völlig frei von Gefäßen und also ideal zugänglich ist. Von oben wird sie in bogenförmigem Verlauf von der posterioren Arterie, von unten durch den dorsalen Zweig der unteren Segmentarterie umgriffen. Der dorsale Venenzweig reicht hinten nie an das Becken heran.

Wegen dieser günstigen anatomischen Beziehungen ist die Pyelotomia posterior in der Regel möglich. Nur selten ergeben sich geringfügige Schwierigkeiten, die in der

Form des Nierenbeckens und in der Lage des Hilus begründet sind. Liegt das Nierenbecken extrarenal, so ist die Pyelotomie naturgemäß einfach; das Gleiche gilt in besonderem Maße für das - in der Regel ja extrarenal gelegene - ampulläre Becken. Ebenso ist der Nierenbeckenschnitt leicht durchführbar bei rechten Nieren, weil infolge der höheren Lage der hinteren Hiluslippe diese einen größeren Teil des Beckens dorsal nicht bedeckt, so daß der extrarenale Anteil größer erscheint.

Manche Autoren halten die P. posterior nur beim extrarenalen Becken für indiziert; wir glauben jedoch, sie wegen der günstigen Gefäßverhältnisse auch bei intrarenalem Becken anwenden zu sollen, eventuell unter schonlicher Zuhilfenahme eines Hilushakens, durch welchen der Zugang zum Becken erleichtert wird.

d) Die Pyélotomie élargie

Leider ist die P. posterior wegen der Größe und Lage eines Konkrementes nicht immer möglich. In solchen Fällen hat die erweiterte Pyelotomie ihre Berechtigung. MARION (59) hat diesen Schnitt eingeführt, um sich bei größeren Steinen die große Nephrotomie zu ersparen. Es erscheint uns aufgrund unserer Gefäßstudien jedoch bedenklich, den Nierenbeckenschnitt in direkter Verlängerung der Lage des Steines entsprechend ins Parenchym fortzusetzen. Dabei besteht die Gefahr der Incision in die posteriore Segmentarterie und damit der Nekrose des von dem hinteren Nierenast versorgten Nierenbereiches. MARION gibt jedoch an, er habe noch keine Nachteile einer Sektion dieses Gefäßes gesehen (59 S.4); ähnlich äußern sich EISENDRAHT (24) und BELT/JOELSON (9), wenn sie behaupten, daß die A. retro-pellica ohne Schaden ligiert wird oder gar nicht ligiert zu werden braucht.

Kommt man um die erweiterte Pyelotomie nicht herum, so muß man sein Augenmerk auf die dorsale Nierenarterie richten und ihrer Verletzung mit den entsprechenden Folgen gewärtig sein.

An einer Stelle der facies dorsalis erscheint die Pyélotomie élargie jedoch ohne großes Risiko durchführbar: dort, wo sich der untere Pol mit dem posterioren Segment berührt (vergl. S. 27). Hier findet man eine arterienlose Zone, die den Einschnitt ins Parenchym ohne sichtbare Folgen ermöglicht. MARIONS Vorschlag sollte nur für diesen Bereich in Anwendung kommen und auf Steine in der unteren Kelchgruppe beschränkt bleiben. Die arterienarme Zone ist allerdings in ihrer Lokalisation etwas variabel. Im allgemeinen aber kann man den Schnitt so führer, daß man ihn am hinteren unteren Hiluswinkel an der unteren Beckengrenze beginnt und in einem Winkel von ca. 45° schräg nach lateral unten fortsetzt (Abb. 19, 21, 33, 36-39, 44). Auf diese Weise gewinnt man fast stets einen ungestörten, blutungsarmen Zugang zur unteren Kelchgruppe.

Z u s a m m e n f a s s u n g

An Hand von 130 Nierenkorrosionspräparaten wurden die größeren Nierengefäße und ihre Beziehungen zum Nierenbecken untersucht, soweit sie für eine organschonende operative Therapie des Nierensteins bedeutsam sind.

Wir fanden die bekannte Aufteilung der A. renalis in einen ventralen und einen dorsalen Ast, zwischen denen das Nierenbecken liegt. Der ventrale Ast teilt sich entweder hilusfern oder hilusnah in mehrere, meist vier Segmentarterien auf, die in der Regel den Hilus passieren und sich intrarenal nach einer konstanten Ordnung in Segmente ausbreiten. Der posteriore Ast zieht - ohne sich extrarenal aufzuteilen - auf die dorsale Nierenseite und bildet hier (nachdem er sich intrarenal in typischer Weise leicht aufzweigt) ein einheitliches Segment. Dorsaler und ventraler Gefäßbereich sind streng voneinander getrennt; sie berühren sich normalerweise etwas dorsal des margo lateralis und bilden hier eine arterienarme Zone, die für die Nephrotomie nutzbar gemacht wurde. Diese "Ebene der natürlichen Teilbarkeit" (ZONDEK) verläuft jedoch sehr unregelmäßig und läßt sich überdies im unteren Pol nicht fortführen, da für diesen die ventro-dorsale Gefäßscheide in der Regel nicht gilt. Zwischen den einzelnen arteriellen Segmenten gibt es keine Anastomosen, denn die Arterien sind echte Endgefäße. Jede Durchtrennung der Gefäße muß deshalb zwangsläufig zur Nekrose des von ihnen versorgten Nierenbereiches führen. Neben der arterienarmen Zone auf der ventro-dorsalen Gefäßscheide gibt es noch eine zweite: dort, wo unteres und posteriores Segment sich berühren; dies geschieht zumeist in Höhe der unteren Kelchgruppe.

Das venöse Gefäßsystem ist vom arteriellen deutlich unterschieden. Im extrarenalen Verlauf finden sich keine Parallelen, nur intrarenal besteht eine gewisse Überein-

stimmung im Verlauf. Eine segmentäre Anordnung kennt das Venensystem nicht, schon deshalb nicht, weil die verschiedenen Venenäste in reichem Maße miteinander anastomosieren. Auch gilt die ventro-dorsale Gefäßscheide am margo lateralis nicht für den venösen Gefäßbaum, der auf der dorsalen Nierenseite kaum Äste aufzuweisen hat, allenfalls einen schwachen, der die oberen zwei Drittel versorgt.

Das Nierenbecken liegt, von Gefäßen umfaßt, mit diesen im Hilus. Diese drei Gefäßsysteme (arterielles, venöses und harnleitendes) stehen in einem bestimmten topographischen Verhältnis zueinander: An der Nierenpforte liegt zuvorderst der ventrale Ast der A. renalis; unterhalb und dahinter findet sich der dicke Stamm der V. renalis, der das hinter ihm gelegene Nierenbecken nahezu völlig verdeckt. Dorsal vom Nierenbecken zieht - die oberen $\frac{2}{3}$ der Dorsalfläche versorgend - die posteriore Segmentarterie in nach lateral konvexem Bogen caudalwärts, stets das Nierenbecken respektierend. Da weder arterielle noch gar venöse Gefäße über die Dorsalfläche des Nierenbeckens ziehen, ist diese von hinten völlig frei zugänglich.

Aufgrund dieser Gefäßanordnung ist der ventrale Zugang zum Nierenbecken schwierig und riskant, besonders bei der hilusfernen Arterienaufzweigung. Die Pyelotomia anterior kommt deshalb auch weniger als andere Methoden zur Anwendung.

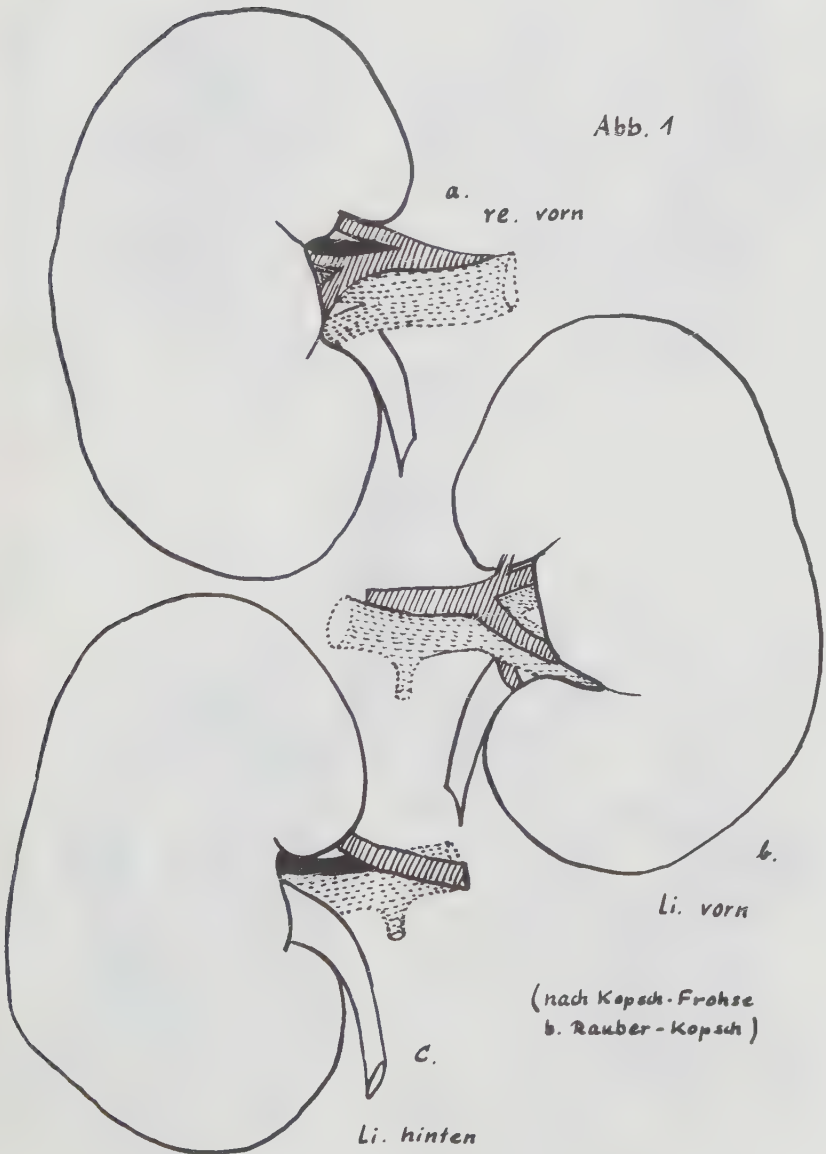
Die weit verbreitete Pyelotomia inferior kommt zwar (ebenso wie die Pyelotomia anterior) ohne die bedenkliche Luxation der Niere aus, hat aber auch ihre Schwierigkeiten. So trifft man beim inferioren Zugang nur auf die Schmalseite des Pyelons, um dessen untere Fläche (bzw. unteren Kelch) sich zudem die inferiore Segmentarterie und häufig noch ein kleiner Zweig des caudalen Venenastes herumschlingen. Beide behindern sie den freien Zugang. Außerdem ist ein Stein in der unteren Kelchgruppe von hier aus schwer zugänglich.

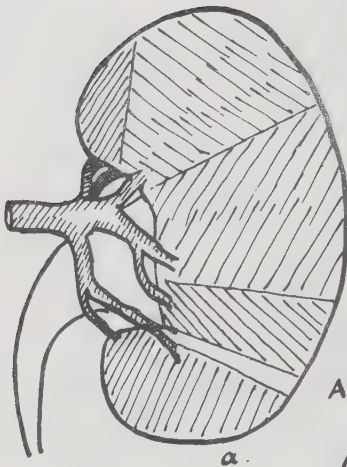
Die Pyelotomia posterior ist in jeder Hinsicht die optimale Methode der Nierensteinoperation. Da sie jedoch nach dem herkömmlichen schrägen Flankenschnitt (v.BERGMANN-ISRAEL) nicht ohne die von vielen gefürchtete Luxation der Niere möglich ist, wird oftmals die Pyelotomia inferior vorgezogen. Der von H.LURZ angegebene muskelschonende Lumbalschnitt erfordert jedoch keine Luxation und bietet einen sicheren Zugang zum dorsalen Nierenhilus. Die Operation ist deshalb die beste, weil sie nicht mit den Gefäßen in Kollision gerät und das Parenchym schont.

In einigen Fällen kommt man jedoch nicht mit der Pyelotomia posterior aus; hier ist dann die Pyélotomie élargie (MARION) angezeigt. Diese muß jedoch die dorsale Nierenarterie in Rechnung stellen, deren Läsion eine Nekrose des von ihr versorgten Gebietes zur Folge hätte. Diese erweiterte Pyelotomie ist jedoch relativ unbedenklich durchführbar am unteren Nierenpol, wo infolge der dorso-inferioren Gefäßscheide ein schonender Zugang zum unteren Nierenbecken zu erwarten ist.

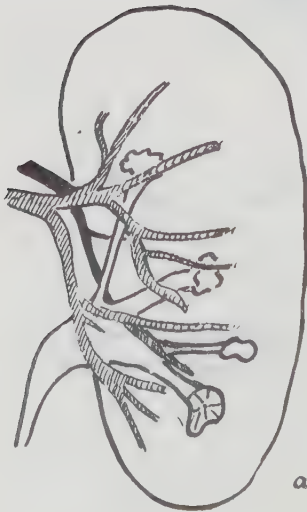
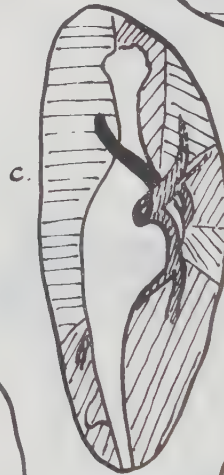
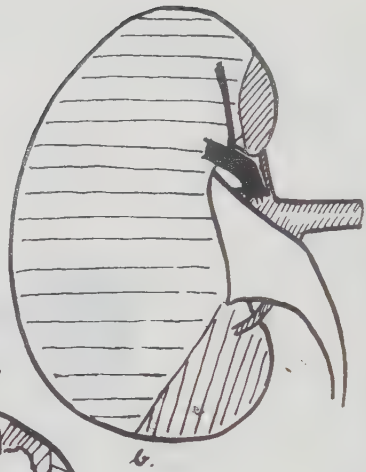
Abbildungen

Abb. 1





li.
Abb. 2

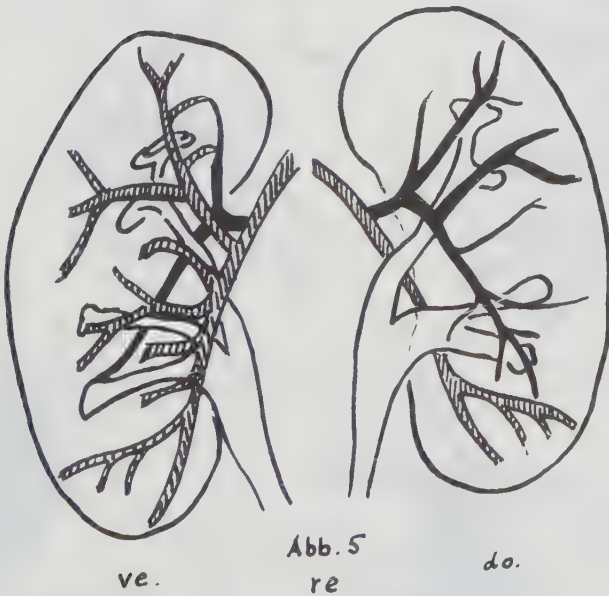
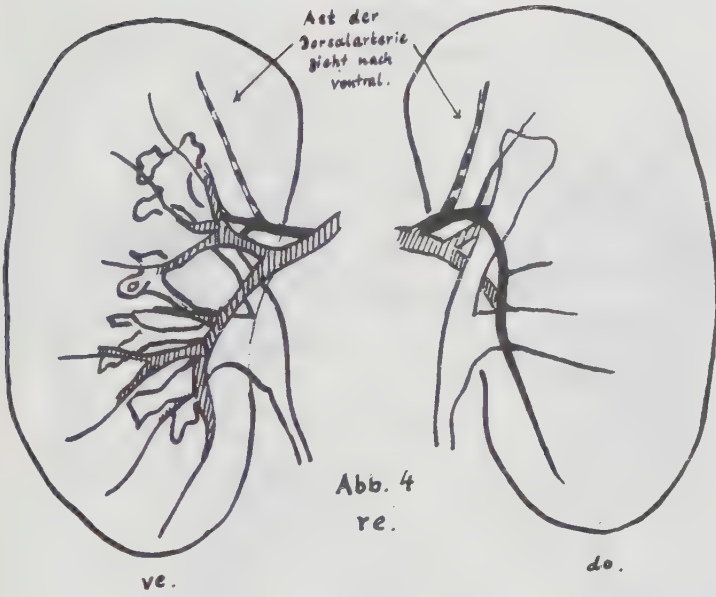


a.
li.

Abb. 3



b.



Die apikale
Arterie fehlt.

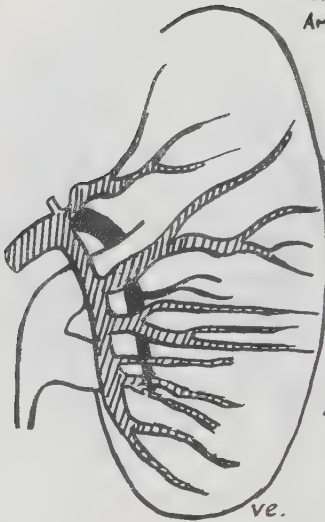
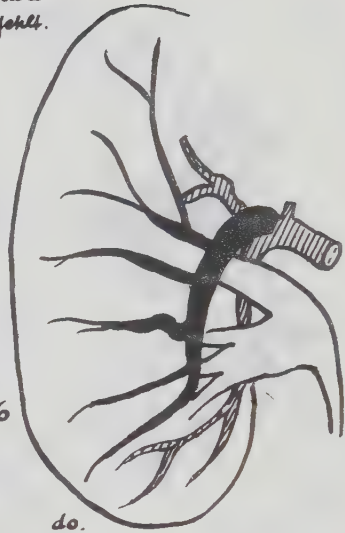


Abb. 6
li.



do.

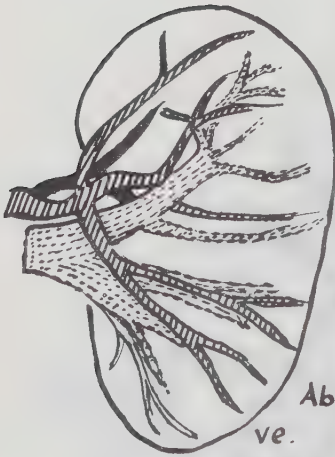
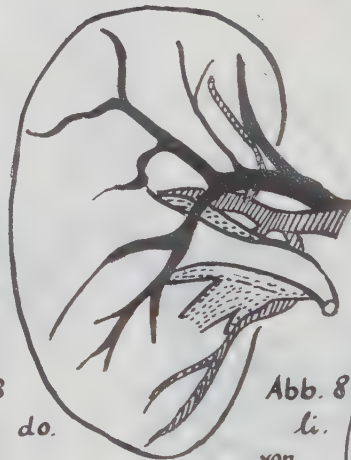


Abb. 8

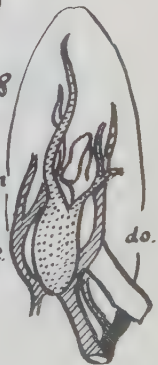
ve.



do.

Abb. 8
li.

von
unten



do.

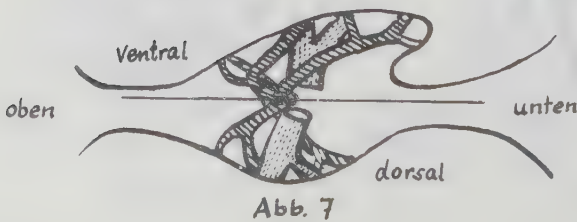
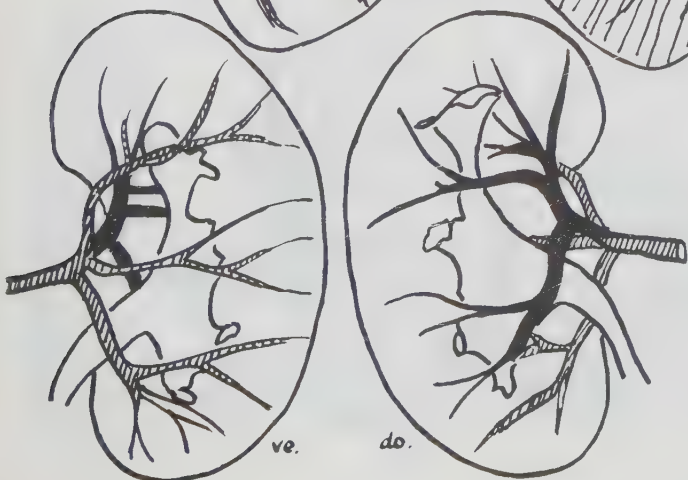
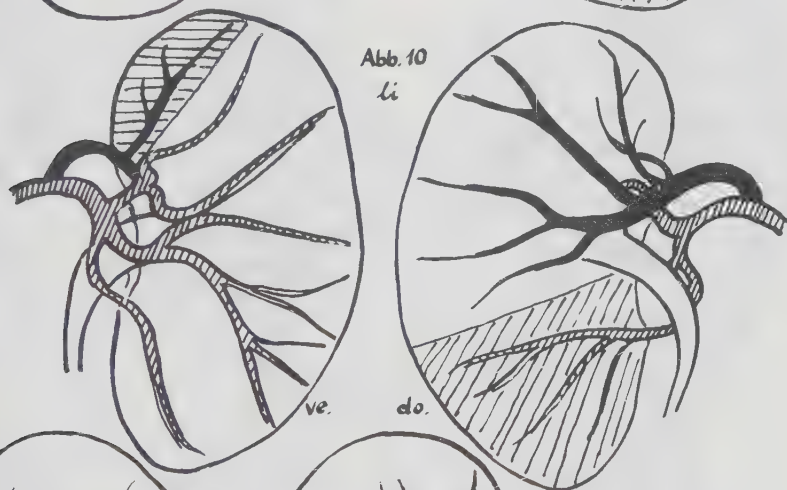
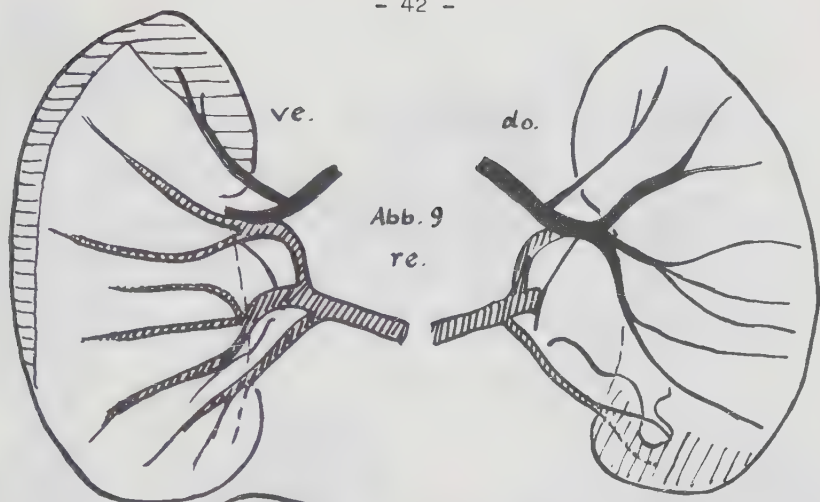
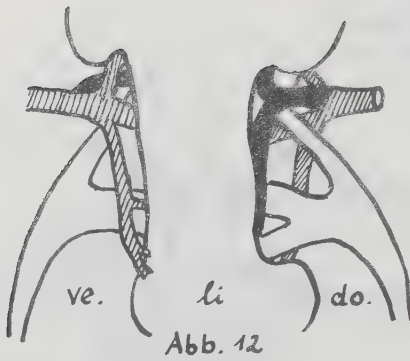


Abb. 7





von lateral



Abb. 13

li

von medial

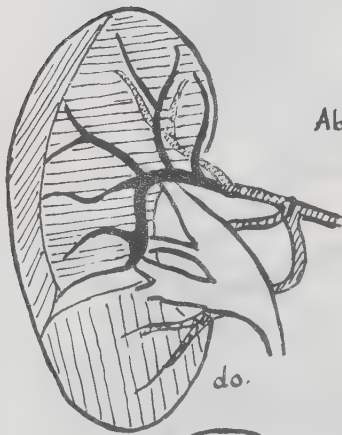


Abb. 13

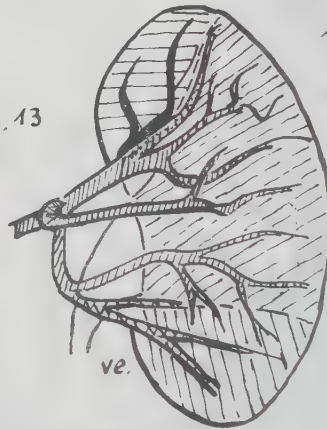


Abb. 14

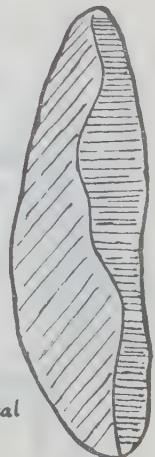
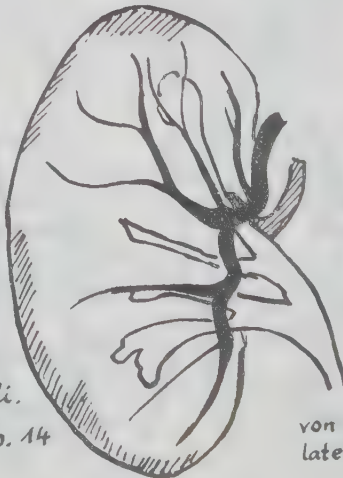


Abb.
15

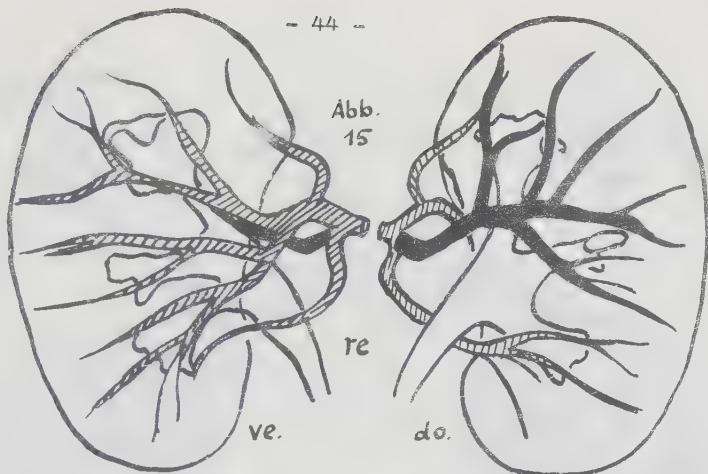


Abb.
16

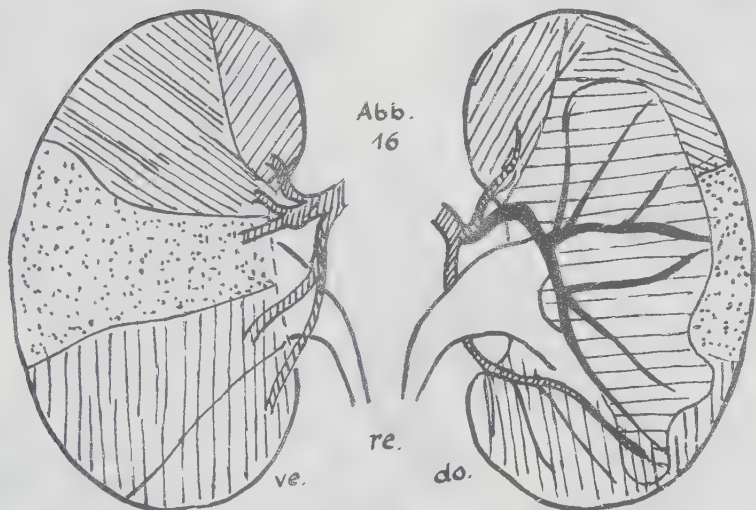


Abb.
17

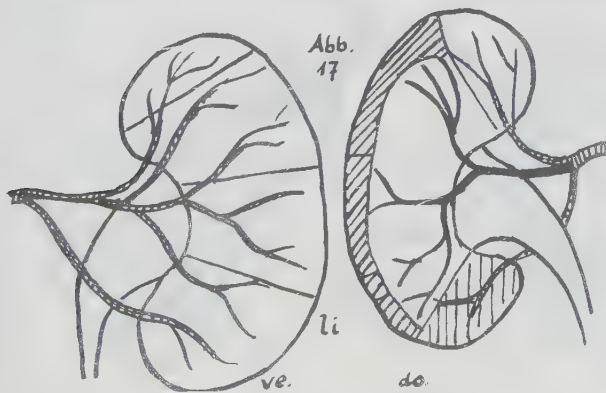
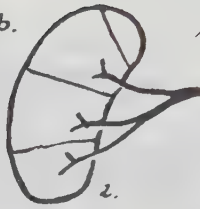
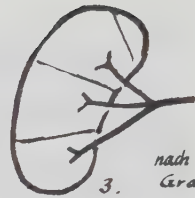




Abb.



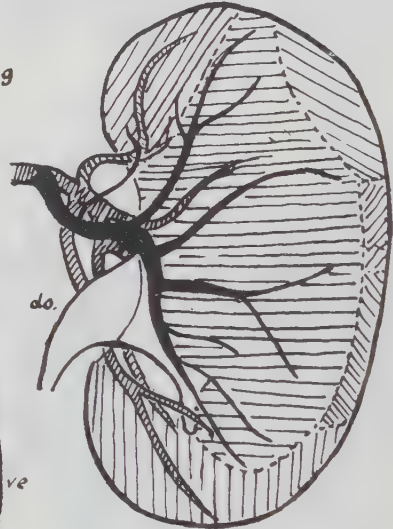
18



nach
Graves



Abb. 19
re.



VON
unten →

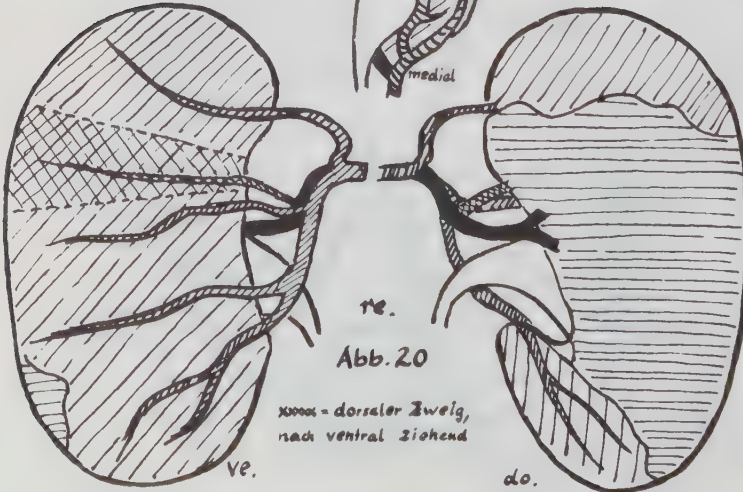
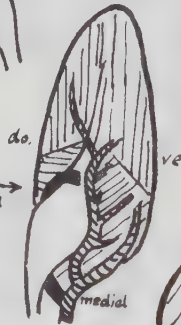
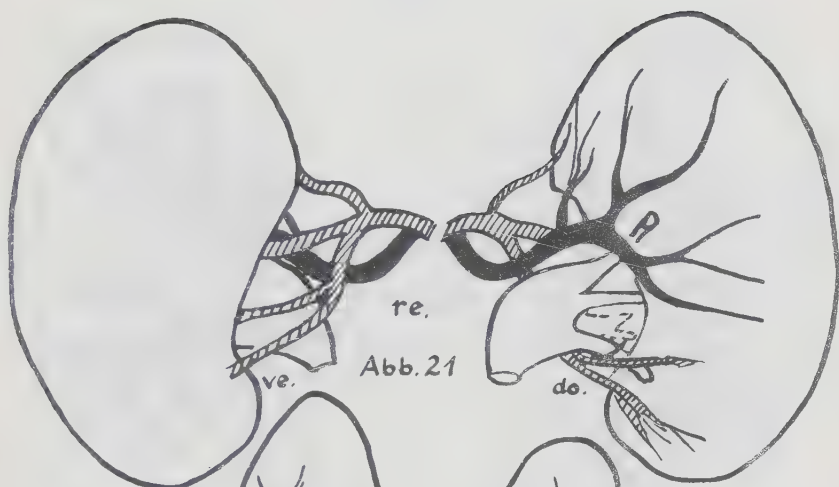


Abb. 20

xxxxx = dorsaler Zweig,
nach ventral ziehend





Von medial

Von unten

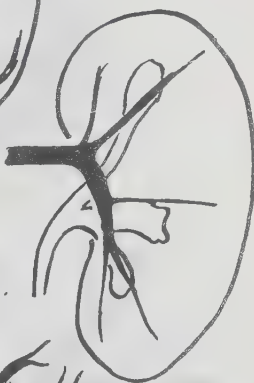
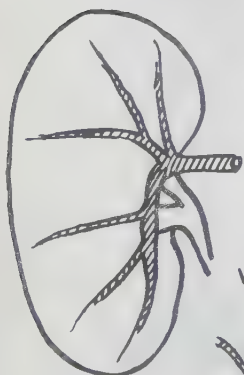
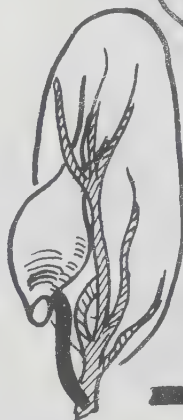
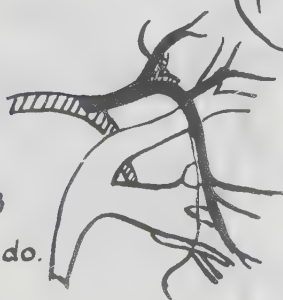
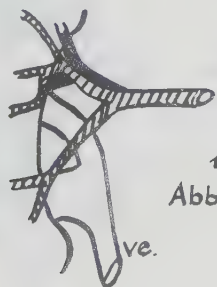


Abb. 22
re.

ve.

do.



re.
Abb. 23

ve.

do.

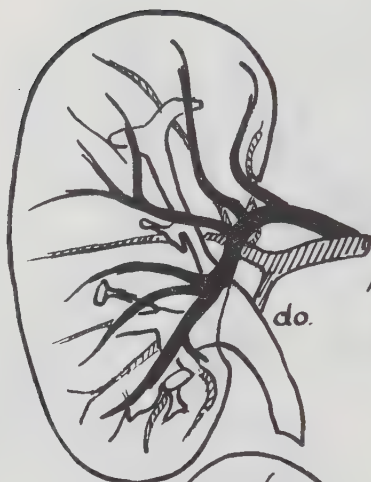


Abb. 24

li.

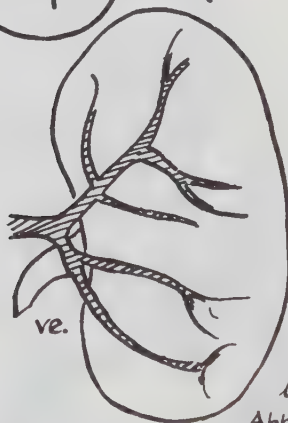
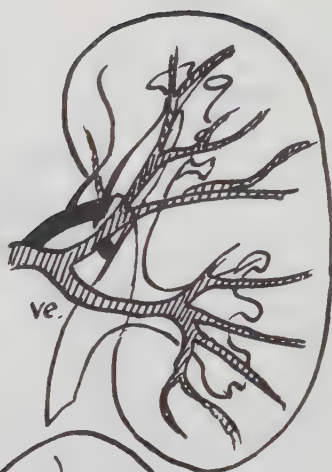


Abb. 25

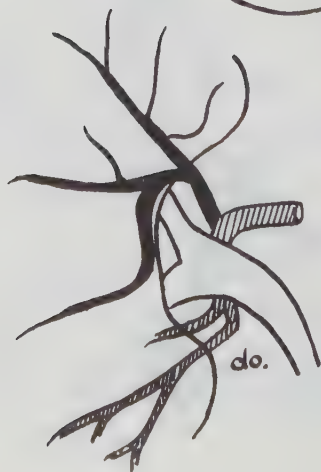
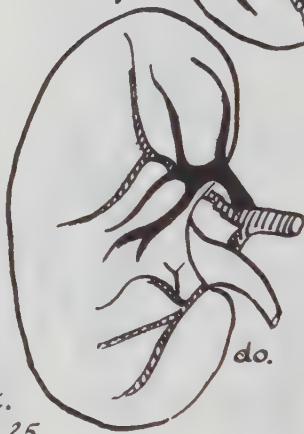
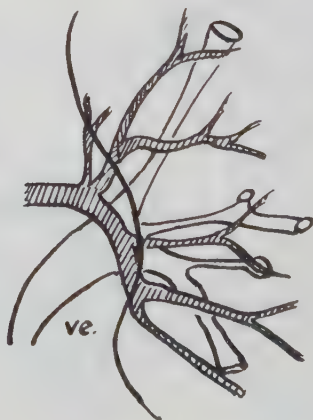
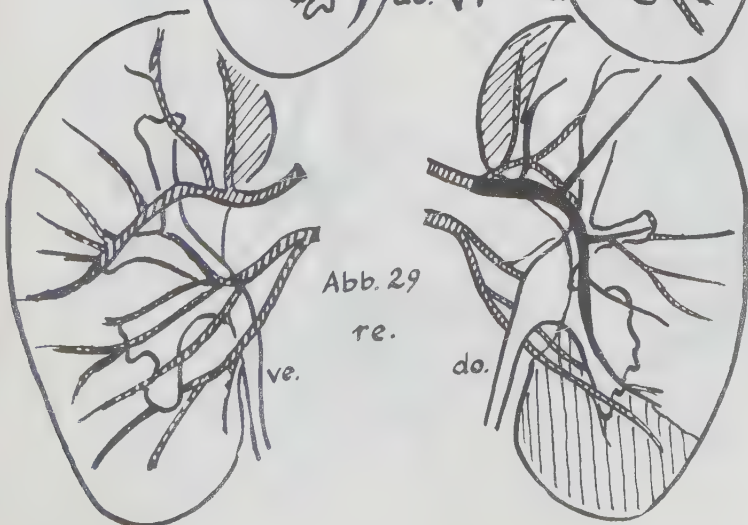
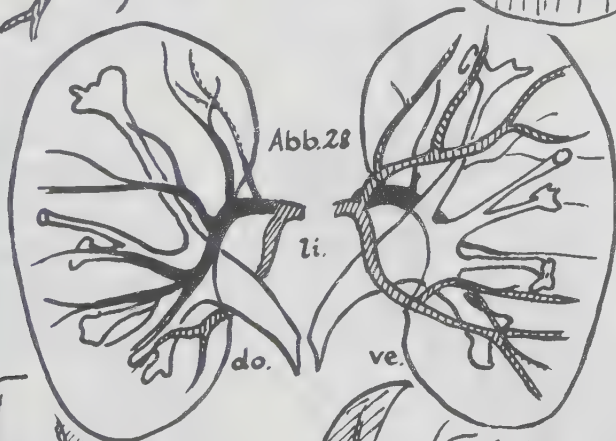
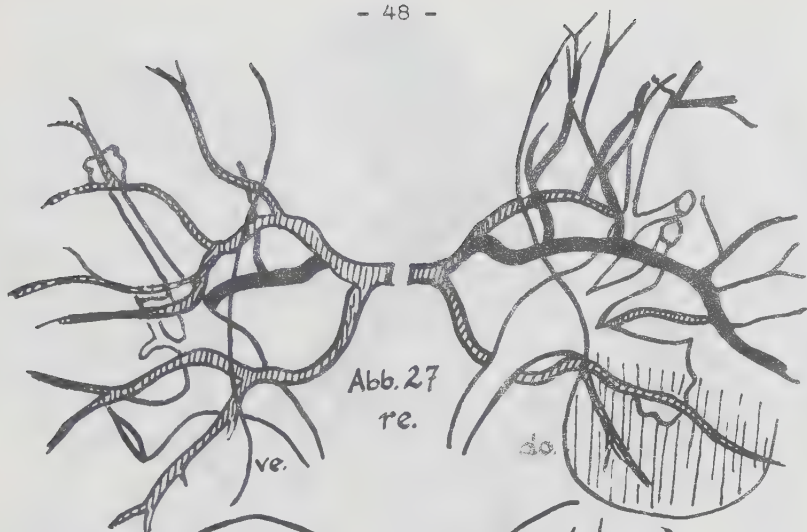


Abb. 26

li.





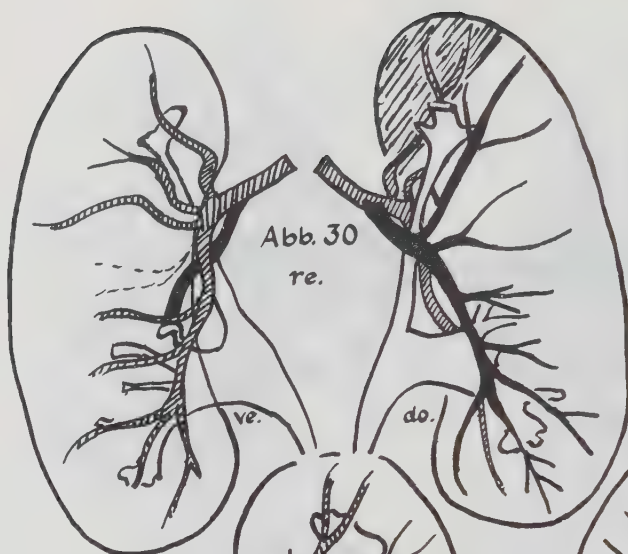


Abb. 31
li.

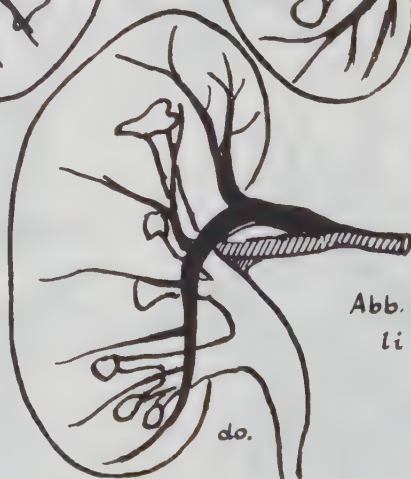
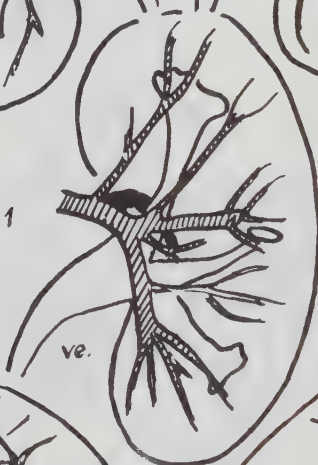
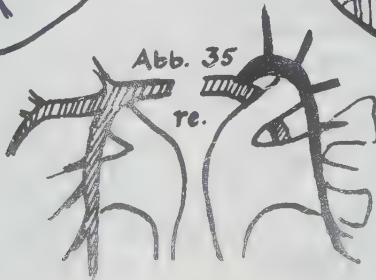
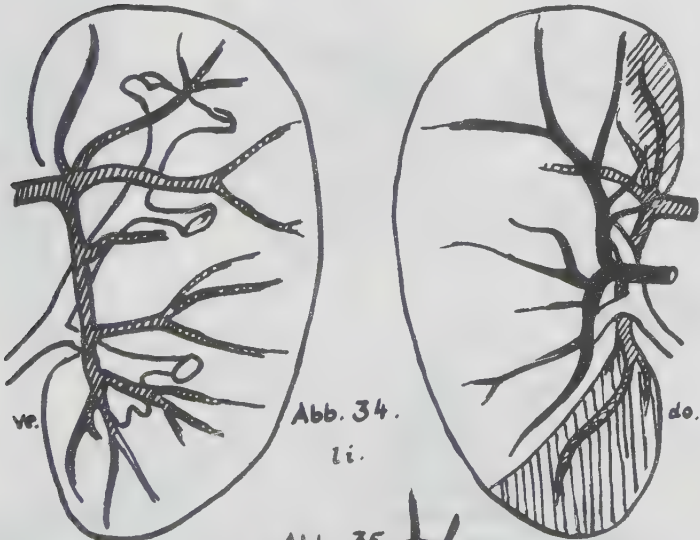
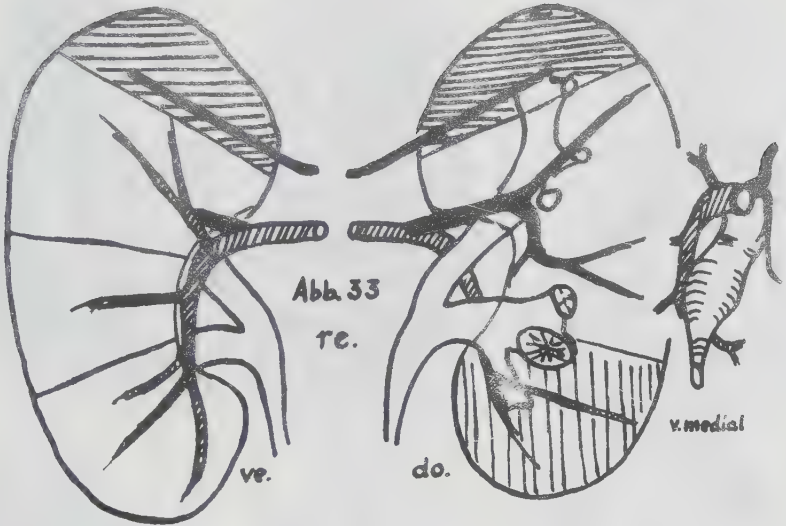
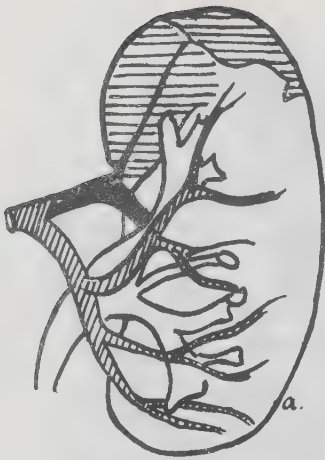
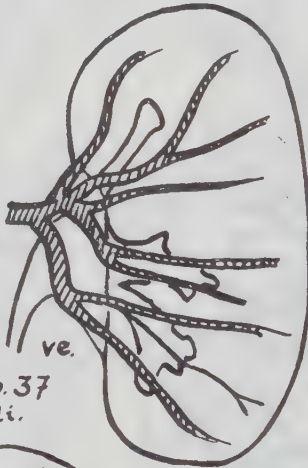
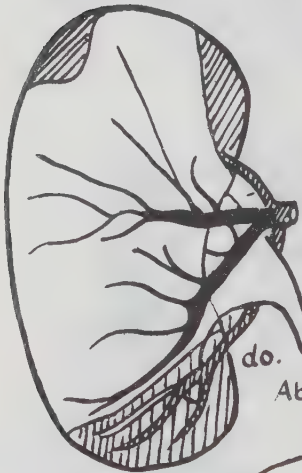


Abb. 32
li





b. 7i. c.
Abb. 36.



do.
Abb. 37
li.

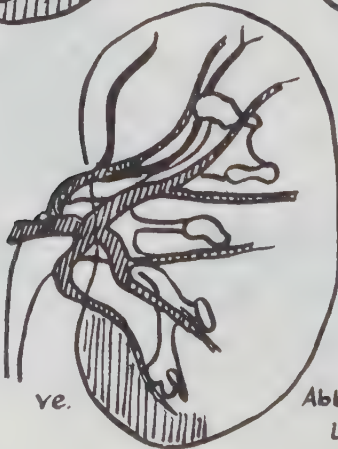
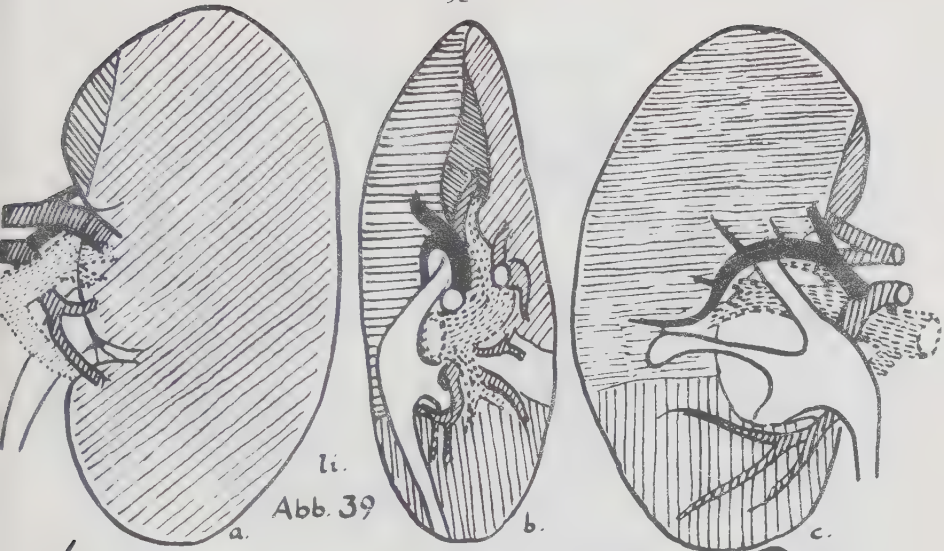


Abb. 38
li.

do.



li.
Abb. 39

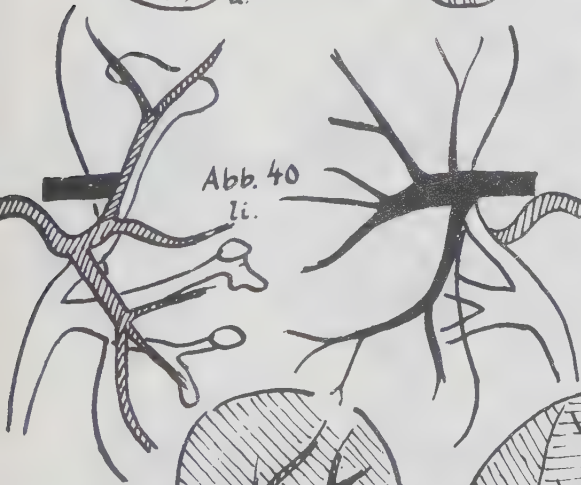


Abb. 40
li.

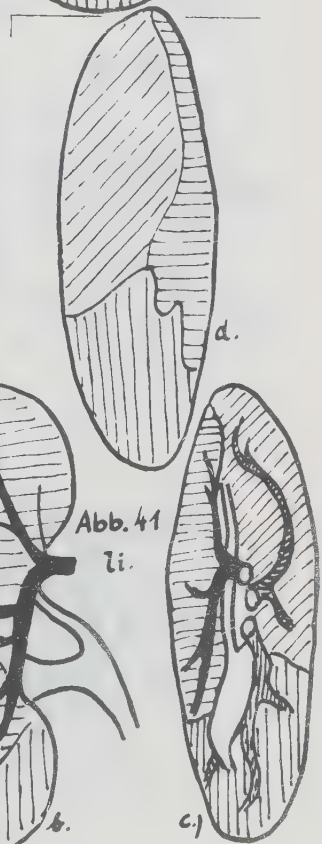


Abb. 41
li.

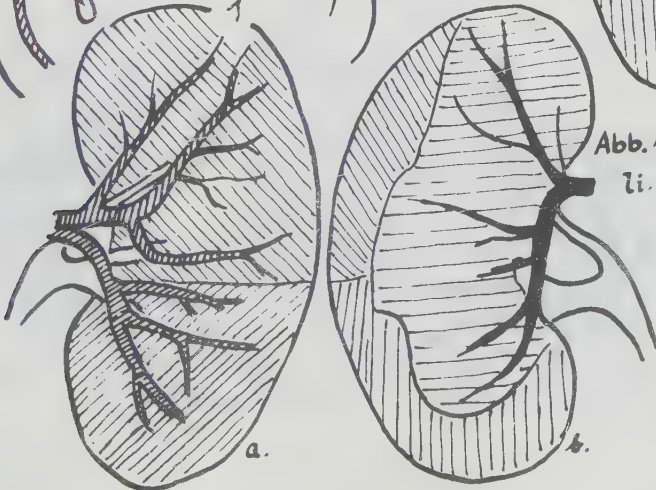


Abb. 42

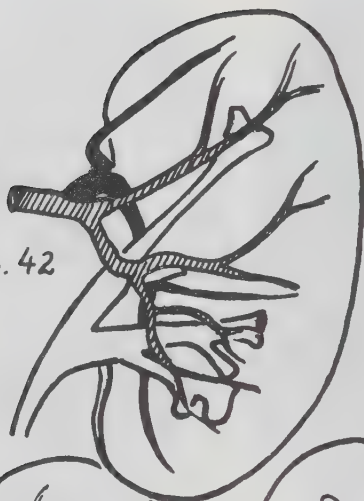
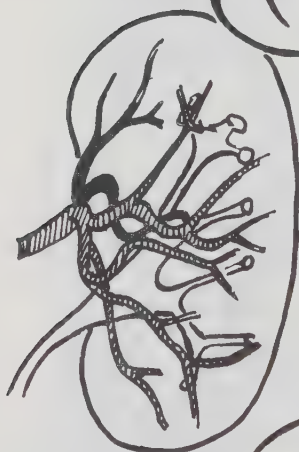
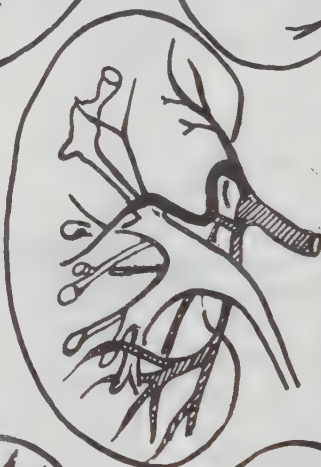


Abb. 44

li.

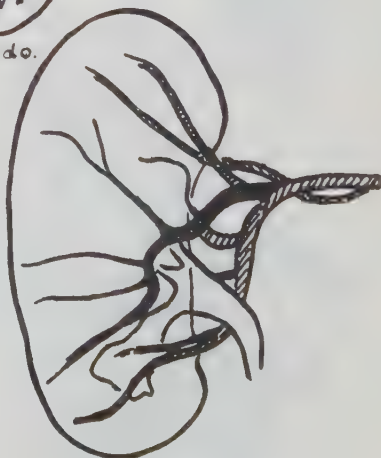
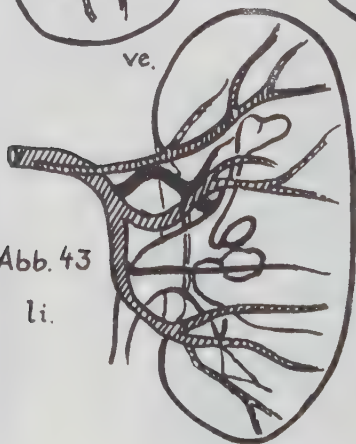


ve.

do.

Abb. 43

li.



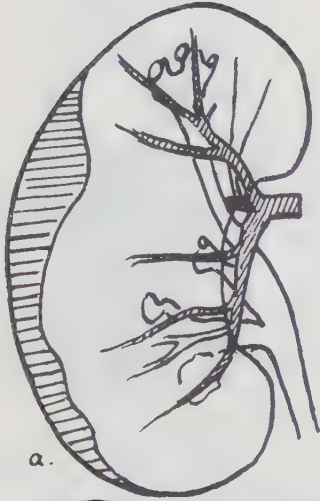


Abb. 45
re.

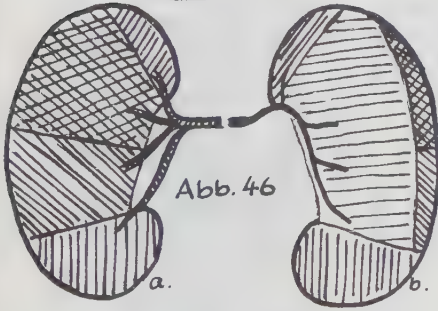
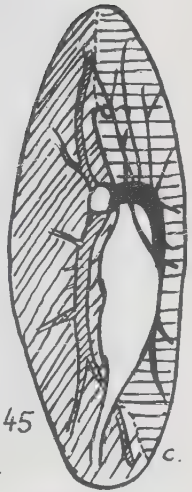


Abb. 46

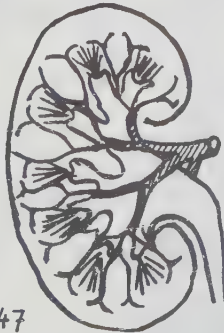
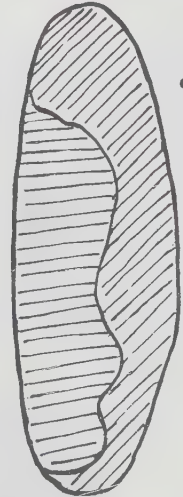


Abb. 47

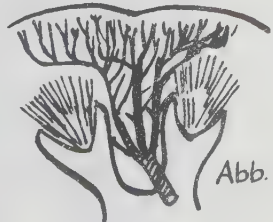


Abb. 48

artères lobaires

artères bilobaires

n. Schmerbar (b. Hou Jensen)

(n. Smithuis)

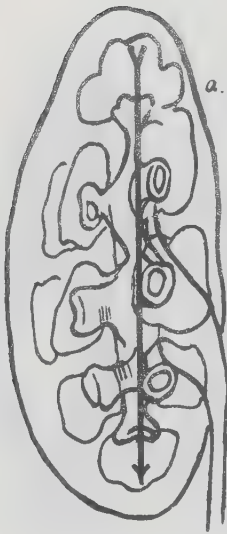


Abb. 49

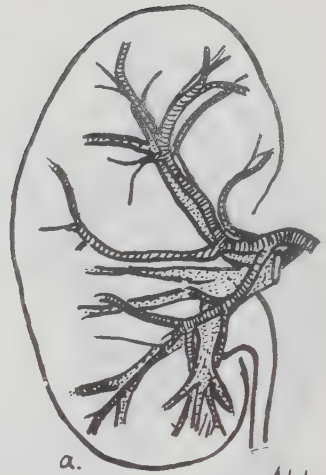
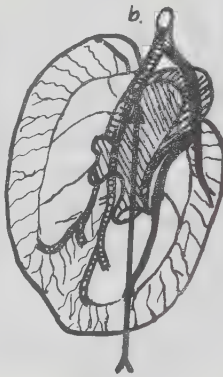
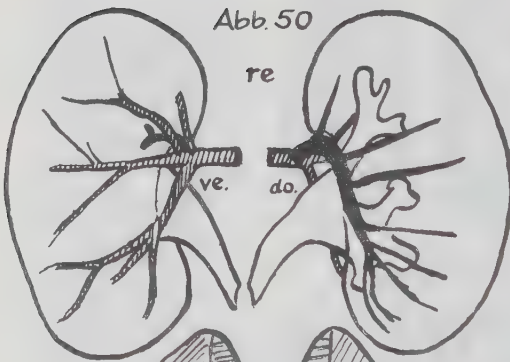
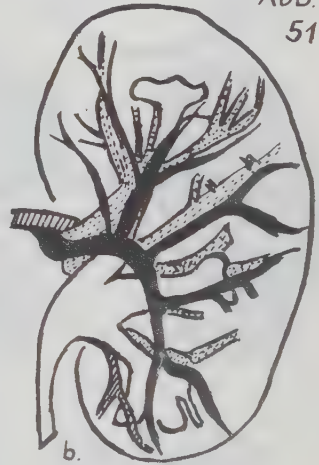


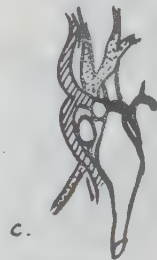
Abb. 51

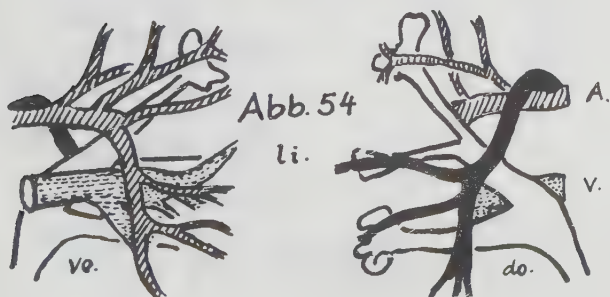
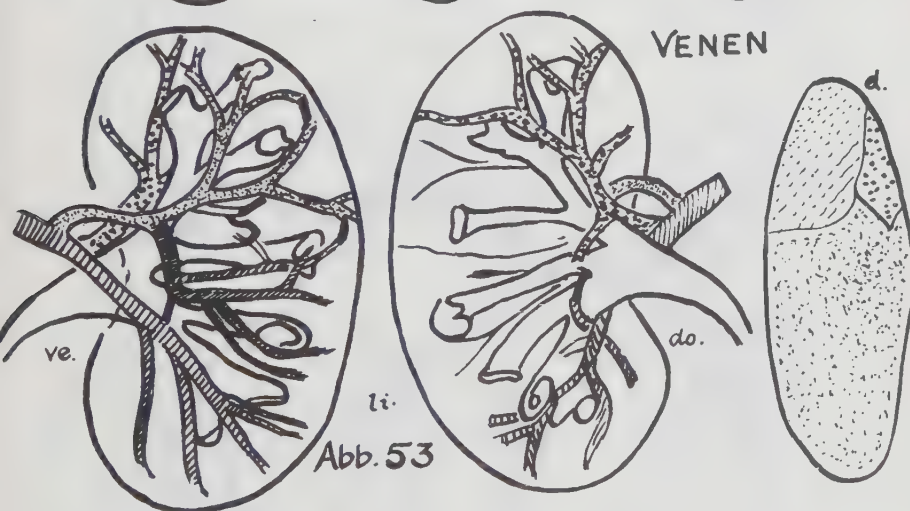
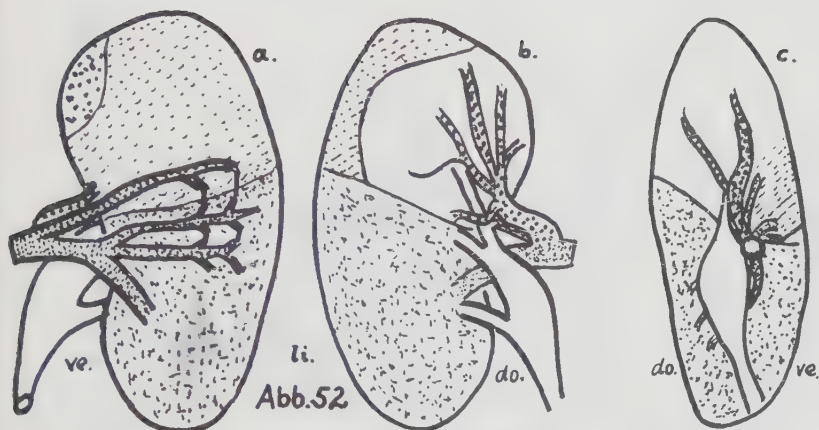


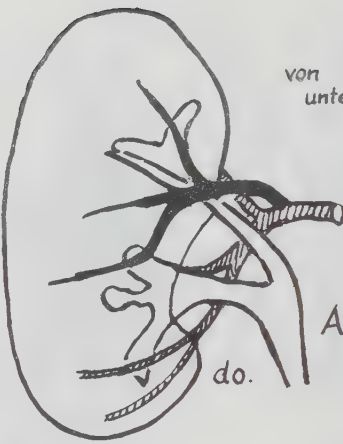
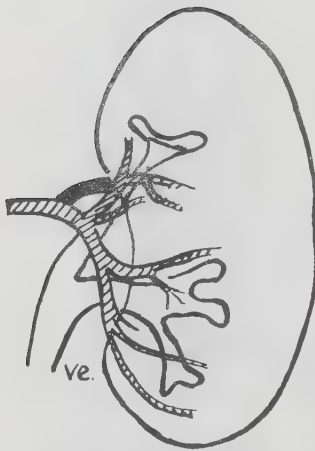
medial



lateral







von
unten



Abb. 55

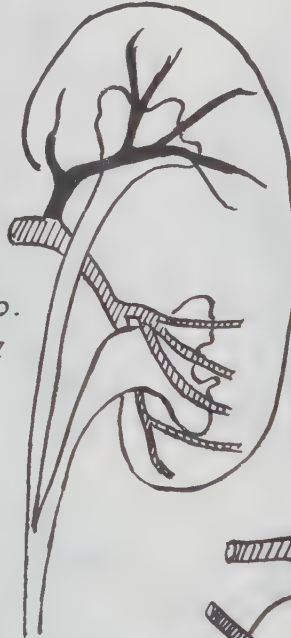
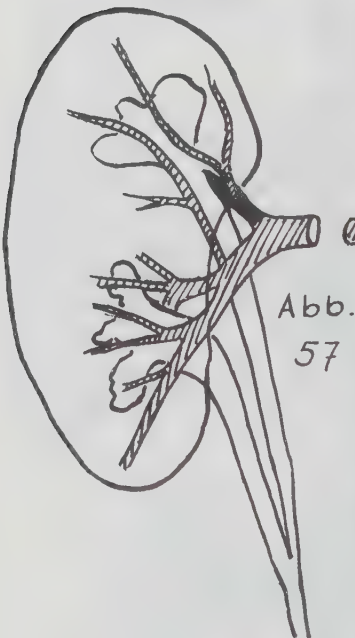
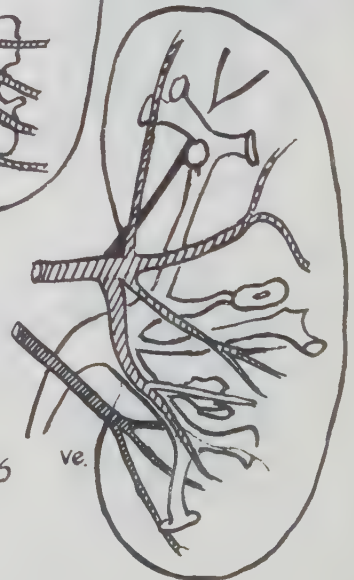


Abb. 56
li.



L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- 1) ABESHOUSE, B.S., LERMAN, S.
Partial nephrectomy versus pyelolithotomy and nephrolithotomy in the treatment of localized calculous disease of the kidney with a report of 17 partial nephrectomies.
Surg. Gynec. Obstetr. (Internat. Abstr. Surg.) 91.
209-240, 1950
- 2) ABESHOUSE, B.S.
Partial nephrectomy in the treatment of localized calculous disease of the kidney.
Sinai Hospital Journal 4, 52-75, 1955
- 3) ALBARRAN, J.
Operative Chirurgie der Harnwege
Jena 1910
- 4) ALKEN, C.E., SOMMER, F.
Die Renovasographie
Z. Urol. 43 (9-10); 420-423, 1950
- 5) ANSON, B.J., CAULDWELL, E.W., PICK, J.W., BEATON, L.E.
The blood supply of the kidney, suprarenal gland and associated structures.
Surg. Gynec. Obstetr. 84, 313-320, 1947
- 6) dieselben
The anatomy of the pararenal system of veins, with comments on the renal arteries.
J. Urol. 60, 714-737, 1948
- 7) ANSON, B.J., KURTH, L.E.
Common variations in the renal blood supply
Surg. Gynec. Obstetr. 100, 156-162 1955
- 8) BARTH, A.
Nierenbefund nach Nephrektomie.
Arch. klin. Chir. 46, 418-429, 1893
- 9) BELT, A.E., JOELSON, J.J.
The effect of ligation of branches of the renal arteries.
Arch. Surg. 10, 117-129, 1925
- 10) BENNINGHOFF, A.
Lehrbuch d. Anatomie des Menschen, Bd. 2
Berlin-München 1952, 4. Auflg.
- 11) BERGMANN, E.v.
Über Nierenexstirpationen
Berl. klin. Wochschr. 46, 741, 766, 785, 1885

- 12) BOEMINGHAUS, H.
Urologie. Indikation, Operative Therapie, Klinik.
2. Aufl., München 1954
- 13) BRAUS, H. (ELZE, C.)
Anatomie des Menschen, Bd.2, Eingeweide
Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956 3.Aufl.
- 14) BRÖDEL, M.
The intrinsic blood-vessels of the kidney and their
significance in nephrotomy.
Johns Hopkins Hosp. Bulletin 12, 10-13, 1901
- 15) CALLANDERS Surgical Anatomy
ed. by B.J. Anson, W.G. Maddock
Philadelphia-London 1952 p.499-523
- 16) CLARA, M.
Entwicklungsgeschichte des Menschen
Leipzig 1940
- 17) CHIEVITZ, J.H.
Beobachtungen und Bemerkungen an Säugetieren
Arch. f. Anatomie und Physiologie, Supp. 80-167, 1897
- 18) CIBERT, J.; PERRIN, J.
Urologie chirurgicale
Paris 1958
- 19) CORNING, H.K.
Lehrbuch der topographischen Anatomie, S.462-483
Berlin 1946, 23. Aufl.
- 20) DEMING, C.L.
Renal circulation following various types of elongation
of pyelotomy incisions.
J.Urol. 20, 713-723, 1928
- 21) DEMING, C.L.
Renal circulation following various types of nephro-
tomies
Amer. J. Surg. 4, 427-431, 1928
- 22) DOUVILLE, E. u. HOLLINSHEAD, W.H.
The blood supply of the normal renal pelvis
J. Urol. 73, 906-912, 1955
- 23) DUFOUR, A.
La nephrektomie partielle
J. d'Urol. 126, 375, 1952
- 24) EISENDRAHT, D.N.
The relation of variations in the renal vessels to
pyelotomy and nephrectomy
Ann. Surg. 720-743, 1920

- 25) EKEHORN, G.
Die normalen Nierengefäße können eine entscheidende Bedeutung für die Entstehung der Hydronephrose haben.
Arch. klin. Chir. 82, 955-989, 1907
- 26) FELIX, W. in Keibel u. Mall
Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen
Leipzig 1910/11
- 27) FREY, E.F., BRONNER, H.
Die Operation an der Niere, am Nierenbecken u.am Harnleiter
in: Bier-Braun-Kümmel: Chirurgische Operationslehre
Hrsg. F.Sauerbruch u.V.Schmieden Bd.IV
Leipzig 1933 6. Aufl.
- 28) FRUMKIN, A.
Sekundäre subkapsuläre Pyelolithotomie
Zschr. Urol. 50 (8/9), 469-473, 1957
- 29) FUCHS, F.
Untersuchungen über die innere Topographie der Niere
Zschr.f.Urol. Chir. 18, 164-180, 1925
- 30) GÉRARD, G.
J.Anat. Paris 47, 531, 1911
- 31) GRAVES, F.T.
The anatomy of the intrarenal arteries and its application to segmental resection of the kidney.
Brit. J. Surg. 42, 132-139, 1954
- 32) GRAVES, F.T.
The aberrant renal artery
J. Anat. 90, 553-558, 1956
- 33) GRAVES, F.T.
The anatomy of the intrarenal arteries in health and disease.
Brit.J.Surg. 43, 605-616, 1956
- 34) GRUBER, G.B.
Handbuch der speziellen patholog. Anatomie u.Histologie VI/1
Berlin 1925
- 35) HAFFNER, E.
Die arterielle Gefäßversorgung der Niere. Ein Beitrag zur Nierenteilresektion.
Urol. internat. 7, 328-339, 1958
- 36) HAENSELT, V.
Pathol. anatom. Untersuchungen über die Häufigkeit überzähliger Gefäße und gefäßbedingter Hydronephrosen.
Zschr.f.inn.Med. 5, 356-363, 1950

- 37) HAUCH, E.
Die Arterien der gesunden und kranken Niere im Röntgen-
bild.
Fortschr. Rö.Str. 20, 172-182, 1913
- 38) HEIDENHAIN, M.
Synthetische Morphologie der Niere des Menschen
Leyden 1937
- 39) HELLSTRÖM, J.
Über die Varianten der Nierengefäße
Zschr. Urol. Chir. 24, 253-276, 1928
- 40) HELLSTRÖM, J.
Some observations on the removal of the kidney stones
particular by means of pyelolithotomy in situ.
Act. chir. scand. 98, 442-450, 1949
- 41) HOU JENSEN, H.M.
Die Verästelung der A. renalis in der Niere des Men-
schen
Zschr. Anatom. u. Entwickl.-Gesch. 91, 1-129, 1930
- 42) HRYNTSCHAK, Th. u. MEUSER, H.
Die Stellung der Nierenresektion in der Behandlung der
Nierensteinkrankheit.
Wien. klin. Wchschr. 1950, 644-647
- 43) HYRTL, J.
Lehrbuch d. Anatomie des Menschen
Wien 1882 16. Aufl.
- 44) HYRTL, J.
Das Nierenbecken des Menschen und der Säugetiere
Dkschr. Kais. Akad. Bd.31, 16 Wien 1870
- 45) ISRAEL, J.
Chirurgische Klinik der Nierenkrankheiten
Berlin 1901
- 46) JANSSEN, P.
Chirurg. Anatomie u.allgem. Operationslehre der Nieren.
in: Handbuch der Urologie, Bd. I
Hrsg. A.v.Lichtenberg, f.Voelcker, H.Wildbolz
Berlin 1926
- 47) KINGREEN, O.
Chirurg. Operationslehre
München-Berlin 1952
- 48) KOLSTER, R.
Studien über Nierengefäße
Zschr. Morphol. u. Anthropol. 4, 179-197 1902

- 49) KULENKAMPEFF, D.
Der Nierenbeckenschnitt z. Steinentfernung ohne
Luxation der Niere
Zbl. Chir. 52, 402-405, 1925
- 50) KUPRIJANOFF, P.A.
Das intrarenale arterielle System gesunder und patho-
logischer Nieren
Dtsch.Zschr.Chir. 188, 206-220, 1924
- 51) KÜSTER, E.
Die Chirurgie der Nieren, der Harnleiter und der
Nebennieren
Stuttgart, 1896-1902
- 52) LANGEMAK, O.
Die Nephrotomie und ihre Folgen
Beitr. z. klin.Chir. 35, 104-125, 1902
- 53) LEADBETTER, G.W.
A new technique for replacement of the renal artery.
Surg. Gynec. Obstetr. 108, 500-501, 1958
- 54) LENHOSSEK, J.v.
Das Venensystem der Niere
Virchows Arch. pathol. Anatomie u. Physiol. 68, 364-380
1876
- 55) LIEK, E.
Die arteriellen Kollateralbahnen der Niere
Zschr. Chir. 93, 101-165, 1915
- 56) LÖFGREN, F.
Das topograph. System d.Malpighischen Pyramiden der
Menschenniere.
Lund 1949
- 57) LURZ, H.
Ein muskelschonender Lumbalschnitt zur Freilegung der
Niere
Chirurg. 27, 125-128, 1956
- 58) LURZ, H.
Technik und Ergebnisse der Pyelolithotomia in situ
Chirurg. 27, 502-505, 1956
- 59) MARION, G.
La pyélotomie élargie
Journ. d'Urologie 13, 1-8, 1922
- 60) MARION, G.
Indications opératoires dans les calculs des voies
urinaires
Journ. méd. franç. 12 (Nr.11), 443-450, 1923

- 61) MARION, G.
De l'ablation des calculs rénaux sous le contrôle de
la radioscopie
Journ. d'Urol. 33, 300-308, 1932
- 62) MC-DONALD, KENNEDY, J.M.
Intrarenal distribution of multiple renal arteries
J.Urol. 81, 25-26, 1959
- 63) MAY, F.
Urologische Chirurgie
in: Chirurg. Op.-Lehre von H.Breitner u.L.Zukschwerdt
Bd. III Wien-Innsbruck 1957
- 64) MERKLIN, R.J., MICHELS, N.A.
The variant renal and suprarenal blood supply with data
on the inferior phrenic, ureteral and gonadal arteries.
J.Internat. Coll. Surg. 29, 41-76, 1958
- 65) NARATH, P.A.
Renal pelvis and ureter
New York 1951
- 66) PERNKOPF, E.
Topographische Anatomie des Menschen II/1
S. 308 f. Berlin-Wien 1943
- 67) PFLAUMER, E.
Fragen vor der Nierenoperation und Grundsätzliches zur
Nierenoperationstechnik
Münch. med. Wchschr. 76, 1640-1644, 1929
- 68) PFLAUMER, E.
Zur Technik der Nierenoperation
Zbl. Chir. 1924 S.2237
- 69) PICK, J.W., ANSON, P.J.
Renal vascular pedicle, anatomical study of 430 body
halves.
J.Urol. 44, 411-431, 1940
- 70) PRIWES, M.G.
Innere Topographie des arteriellen Systems der Niere
und des Nierenbeckens der Haustiere.
Zschr. Urol. Chir. 40 1-24, 1935
- 71) RAUBER-KOPSCH, Fr.
Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen, II.Bd.
Leipzig 1951, 18. Aufl.
- 72) REHN, E.
Nephrotomie und Fixation der operativen Ren mobilis
Zbl. Chir. 47, 637-640, 1920

- 73) ROMEIS, B.
Mikroskopische Technik
S.202, München 1948, 15. Aufl.
- 74) SCHUMMER, A.
Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren
Anat. Anzeiger 98, Heft 16/17, 1951
- 75) SELDOWITSCH, J.P.
Über die Multiplizität der Nierenarterie und deren
chirurgische Bedeutung.
Arch. klin. Chir. 89, 1071-1112, 1909
- 76) SIGEL, A.
Die chirurgische Gefäßanatomie der Niere
(im Druck)
- 77) SIMON, G.
Chirurgie der Nieren
I. Teil, Erlangen 1871
- 78) SMITHUIS, Th.
The problem of renal segmentation in connection with
the modes of ramification of the renal artery and the
renal vein.
Arch. chirurg. Neerlandic. VIII, 227-241, 1956
- 79) SPALTENHOLZ, W. (SPANNER, R.)
Handatlas und Lehrbuch d. Anatomie d. Menschen II/1,11/2
Amsterdam-Zürich-Stuttgart 1954, 15.Aufl.
- 80) STAEBLER, W.
Klinik und Praxis der Urologie, Bd.1
Stuttgart 1959
- 81) TAUBER, A.S., MALUF, N.S.R.
Anterior approach to the upper ureter
Z.Urol. 80, 13-16, 1958
- 82) TÖNDURY, G.
Angewandte und topographische Anatomie
Stuttgart, 1951
- 83) TOLDT-HOCHSTETTER, F.
Anatom. Atlas 2.Bd. Berlin-Wien 1937, 17. Aufl.
- 84) ÜBELHÖR, R.
Die Chirurgie der Nieren, des Nierenbeckens, des Harn-
leiters und der Nebennieren
in: "Die Chirurgie" v. M.Kirschner u. O.Nordmann VII/2
Berlin-Wien 1942

- 85) WIART, P.
Note sur le mode de dévision de l'artère renale et les rapports de ses branches au niveau du hile.
Bulletins de la société anatomique de Paris 11, 654-658, 1897
- 86) WILDBOLZ, H. (WILDBOLZ, E.)
Lehrbuch der Urologie
Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959, 4.Aufl.
- 87) WOLFF, A.
Ein Beitrag zur Lehre vom arteriellen Gefäßsystem der Niere.
Diss. Berlin 1910
- 88) ZONDEK, M.
Das arterielle Gefäßsystem der Niere und seine Bedeutung für die Pathologie und Chirurgie der Niere.
Arch. klin. Chir. 59, 588-599, 1899

L e b e n s l a u f

Am 1. August 1929 wurde ich in Lübz/Mecklenburg als Sohn des Landwirts Walter Torbahn und seiner Ehefrau Annemarie geb. Tesch geboren.

Ab Frühjahr 1936 besuchte ich vier Jahre lang die Volksschule meiner Heimatstadt und wechselte 1940 zur Oberschule Parchim über, an der ich am 7. 7. 1949 die Reifeprüfung ablegte.

Mein Studium begann ich im WS 1949/50 an der Theologischen Fakultät der Universität Rostock und setzte es nach zwei Semestern an der Universität Leipzig fort.

Im Mai 1952 ließ ich mich für das 6. theologische Semester an der Universität Erlangen einschreiben, an der ich zum WS 1952/53 auch noch für Medizin immatrikuliert wurde.

Im Winterhalbjahr 1952/53 besuchte ich für zwei Semester die Bible-School Capernwray-Hall (England) und setzte im Sommer 1954 mein theologisches und medizinisches Studium an der Universität Göttingen fort; dort bestand ich am 3. 3. 1956 das Physikum. Das erste klinische Semester verbrachte ich noch in Göttingen (für Theologie nicht mehr eingeschrieben); die übrigen fünf Semester war ich an der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen immatrikuliert, vor der ich am 3. 7. 1959 das Staatsexamen ablegte.

Seit dem 6. 7. 1959 bin ich als Medizinalassistent tätig. Bisher arbeitete ich an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen, am Kreiskrankenhaus Staffelstein/Ofr. und bei den Städtischen Krankenanstalten Nürnberg.

Für die Überlassung des Themas sowie für manchen freundlichen Rat und hilfreichen Hinweis sage ich Herrn Privat-Dozent Dr. med. A. Sigel aufrichtigen Dank.

Photodruck von **Photo-Toni** ERLANGEN

Anton Meier & Co.

Erlangen - Hauptstraße 47 - Ruf 3144

